



PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

For additional information about this publication click this link.

<http://hdl.handle.net/2066/129804>

Please be advised that this information was generated on 2016-08-23 and may be subject to change.

The background of the entire cover is a pattern of overlapping, semi-transparent blue compact discs (CDs). The discs are arranged in a way that creates a sense of depth and movement, with some appearing closer and more detailed than others. The overall color palette is a range of blues, from deep navy to light sky blue.

E.F.L. Smeets

MULTI MEDIA
op school

its

Promotor: Prof.dr. P.R.J. Simons
Copromotor: Dr. T. Mooij

MULTIMEDIA OP SCHOOL

**Een wetenschappelijke proeve op het gebied
van de Sociale Wetenschappen.**

PROEFSCHRIFT

**ter verkrijging van de graad van doctor
aan de Katholieke Universiteit Nijmegen,
volgens besluit van het College van Decanen
in het openbaar te verdedigen op
dinsdag 23 april 1996,
des namiddags om 1.30 uur precies**

door

**Eduard François Léon Smeets
geboren 9 augustus 1957
te Maastricht**

**INSTITUUT VOOR TOEGEPASTE SOCIALE WETENSCHAPPEN
UITGEVERIJ TANDEM FELIX - UBBERGEN**

Omslagontwerp: Bert Arts, bNO
Druk: Benda drukkers, Nijmegen

De particuliere prijs van deze uitgave is f 58,00

Deze uitgave is te bestellen bij de boekhandel,
bij het Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen, bestelnummer 62, telefoon 024-3653500
of bij de uitgever, telefoon 024-3234986.

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Smeets, E.F.L.

Multimedia op school / E.F.L. Smeets. - Nijmegen : Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen. -

Met lit.opg. - Met samenvatting in het Engels.

ISBN 90-73345-62-6

NUGI 656/724

Trefw.: multimedia in het voortgezet onderwijs.

© 1996 Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen (ITS) van de Stichting Katholieke Universiteit te Nijmegen

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen, zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van het Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen (ITS) van de Stichting Katholieke Universiteit te Nijmegen.

No part of this book/publication may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm, or any other means, without written permission from the publisher.

Ich begann damals meine Untersuchungen mit den einfachsten Dingen, an Material fehlte es nicht, leider, der Überfluß ist es, der mich in dunklen Stunden verzweifeln läßt.

Franz Kafka: Forschungen eines Hundes.

Voorwoord

"Een boek zet je na lezing in de kast, een proefschrift wordt meteen in de kast gezet." Deze uitspraak deed een vooraanstaand literatuurcriticus enige tijd geleden in een Nederlands dagblad. Promovendi verwijzen in het voorwoord van hun proefschrift vaak naar de grote inspanningen die zij zich hebben moeten getroosten om hun werk te voltooien en naar de eenzaamheid waarmee dit gepaard ging. Indien we deze indrukken combineren, dan ontstaat het beeld van wetenschappers die jarenlang in afzondering zitten te zwoegen op een verhaal waar niemand op zit te wachten. Welnu, voor U ligt zo'n verhaal. Gelukkig is het met dat zwoegen in eenzaamheid meegevallen, al bleken de spreekwoordelijke laatste loodjes zwaarder te wegen dan verwacht. Dat het daaruit voortgekomen boekwerk niet onmiddellijk in de kast verdwijnt, maar daadwerkelijk zal bijdragen aan verbetering van de onderwijspraktijk, kan ik alleen maar hopen.

Mijn proefschrift is het resultaat van een twee jaar durend onderzoek naar de toepassing van multimedia in een school voor voortgezet onderwijs. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media (NIAM) en gefinancierd door het toenmalige Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. Door mijn werkgever, het Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen (ITS) van de Katholieke Universiteit Nijmegen, ben ik vervolgens voor de periode van een half jaar vrijgesteld van andere werkzaamheden, om mij aan het proefschrift te kunnen wijden. Dit was mogelijk dankzij afspraken tussen het ITS en de Faculteit der Sociale Wetenschappen van de Nijmeegse universiteit. Ofschoon die termijn te kort was om een dissertatie af te leveren, was het voldoende om een goede start te maken.

Op dit punt wil ik hen danken die een bijdrage hebben geleverd aan het tot stand komen van dit proefschrift. Mijn promotor, Robert-Jan Simons, en copromotor, Ton Mooij, dank ik voor het meedenken over de opzet van de dissertatie en voor het becommentariëren van de door mij aangeleverde hoofdstukken. Doordat Ton bij hetzelfde instituut werkt als ik, was hij de aangewezen persoon om regelmatig bij binnen te stappen met vragen, ideeën en twijfels. Dat hij daar altijd tijd voor wist in te ruimen, waardeer ik zeer.

Ik dank Theo van Aanholt, met wie ik het onderzoek gezamenlijk heb uitgevoerd. Ondanks de tijdsdruk waaronder wij vaak moesten werken, verliep de samenwerking altijd op een zeer prettige en constructieve manier.

De docenten Henk Goes, John Jorna, Marlène Meulendijks en Francine Reinartz, van het Niels Stensen College te Utrecht, dank ik voor hun medewerking aan het onderzoek. Zij werden frequent geconfronteerd met de onderzoekers die achterin de klas hun bezigheden zaten te observeren. Ook hebben zij een bijdrage geleverd aan andere onderzoeksactiviteiten. Vooral Henk Goes vormde een belangrijke schakel tussen de school en ons. Conrector Fons Heinink voorzag ons van informatie over de groepering en de vorderingen van de leerlingen. De systeembeheerders, Wout van Helsingden en Wim van Doorn, droegen zorg voor de videoregistraties.

Anneke van der Hoeven-van Doornum vormde tijdens de uitvoering van het onderzoek samen met Ton Mooij de interne klankgroep. Koos Wolcken was onze contactpersoon bij de afdeling Geografie voor Educatie van de Rijksuniversiteit Utrecht, waar de multimediale toepassingen werden ontwikkeld. Hij heeft bovendien een bijdrage geleverd aan de analyse van de videoregistraties. Kees de Graauw schreef het computerprogramma dat wij gebruikten bij de lesobservaties. Jan Hutjes gaf mij enkele methodologische adviezen. John Dane corrigeerde de Engelstalige samenvatting bij het proefschrift. Yvonne Merten-Meeuwssen verzorgde de grafische vormgeving. Uitgever Ben van Nugteren zorgde ervoor dat het een boek werd. Ik dank hen allen voor hun bijdrage en ondersteuning.

Tot slot dank ik Karin Steiger, voor de ondersteuning in huiselijke kring. Zij ontfermde zich op zaterdag en zondag regelmatig over onze zoon Martijn, zodat hij zijn reeds op tweejarige leeftijd aanwezige voorliefde voor de computer niet kon uitleven terwijl ik aan 'mijn boek' moest werken.

Ed Smeets
Nijmegen, april 1996

Inhoud

Inleiding	1
1 Multimedia in het onderwijs	3
1.1 Multimedia en interactiviteit	3
1.2 Systemen en informatiedragers	7
1.3 Mogelijkheden in het onderwijs	12
1.4 Multimediaprojecten in het onderwijs	15
1.5 Toekomstige ontwikkelingen	19
1.6 Samenvatting	20
2 Naar een theoretische basis voor onderwijs met multimedia	21
2.1 Theorievorming rond leren	21
2.2 Naar krachtige, multimediale leeromgevingen	26
2.3 De discussie over onderzoek en onderzoeksresultaten	30
2.4 Leren in multimediale leeromgevingen	32
2.4.1 De leeromgeving	33
2.4.2 De docent	46
2.4.3 De leerling	49
2.4.4 De school	59
2.4.5 Een algemeen model	61
2.5 Samenvatting	63
3 Het project 'Proefschool Nieuwe Media'	65
3.1 Doel en achtergronden van het project	65
3.2 Selectie van het vak, de leerjaren en de school	65
3.3 Uitgangspunten bij de ontwikkeling van de leeromgevingen	67
3.4 De vier lessenreeksen	70
3.5 Faciliteiten, scholing en implementatiebegeleiding	73
3.6 De beoordeling van het ontwikkelde lesmateriaal	74
3.7 Het evaluatie-onderzoek	76
3.8 Samenvatting	77

4 Opzet van het evaluatie-onderzoek	79
4.1 Uitgangspunten bij de opzet van het onderzoek	79
4.2 Het theoretische model in 'Proefschoon Nieuwe Media'	80
4.3 De leerling	82
4.3.1 Vraagstellingen en hypothesen	83
4.3.2 Dataverzameling	86
4.3.3 Analyses	103
4.4 De docent en de leeromgeving	106
4.4.1 Vraagstellingen en hypothesen	106
4.4.2 Dataverzameling	108
4.4.3 Analyses	109
4.5 De school	109
4.5.1 Vraagstellingen en hypothesen	109
4.5.2 Dataverzameling	110
4.5.3 Analyses	111
4.6 Samenvatting	111
5 Resultaten van het evaluatie-onderzoek	115
5.1 De leerling	115
5.1.1 Taakgerichtheid	115
5.1.2 Interactie	122
5.1.3 Leervorderingen	128
5.1.4 Vaardigheid in het omgaan met informatie	136
5.1.5 Leerlingen over leren met multimedia	148
5.2 De docent en de leeromgeving	165
5.2.1 De leeromgevingen	166
5.2.2 De taak en taakbeleving van de docent	175
5.3 De school	177
5.3.1 Effecten op korte termijn	177
5.3.2 Effecten op langere termijn	179
5.4 Samenvatting	179
6 Conclusies, discussie en aanbevelingen	183
6.1 Conclusies	183
6.2 Discussie	191
6.3 Aanbevelingen	193
Samenvatting	197
Summary	201

Literatuur	205
Publicaties <i>Proefschool Nieuwe Media</i>	225
Bijlagen	227
Bijlage 1: Deelnemende klassen en aantallen leerlingen	229
Bijlage 2: Leervorderingentoetsen: resultaten itemanalyses	230
Bijlage 3: Toets informatievaardigheden: resultaten itemanalyses	233
Bijlage 4: Lesobservaties: overzicht en kappa-scores	237
Curriculum Vitae	241

Inleiding

Op verzoek van het Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media (NIAM) heeft het Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen (ITS) evaluatie-onderzoek uitgevoerd in het project *Proefschoon Nieuwe Media*. Dit project, dat in opdracht van de Stuurgroep Nieuwe Media van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen is uitgevoerd, is het tot nu toe meest veelzijdige experiment met multimedia in het voortgezet onderwijs in Nederland. In de proefschoon, het Niels Stensen College in Utrecht, zijn gedurende twee schooljaren multimediale leeromgevingen toegepast in het aardrijkskunde-onderwijs in de tweede en derde klassen van het mavo, havo en atheneum. Daarbij is gebruik gemaakt van de interactieve beeldplaat, CD-ROM en Videotex. De ontwikkeling van de applicaties en de begeleiding van de implementatie in de schoon zijn verzorgd door de afdeling Geografie voor Educatie (GE) van de Rijksuniversiteit Utrecht.

Het project *Proefschoon Nieuwe Media*, ook *PNM-project* genoemd, heeft verschillende publikaties opgeleverd. De opzet van het project is beschreven in het 'Plan van Aanpak' (NIAM, 1989a). Tijdens het project zijn vier tussenrapportages opgeleverd, waarin de voortgang van de activiteiten werd beschreven (NIAM, 1989b, 1990a, 1990b, 1991). Bij de afsluiting van het PNM-project hebben de vier projectdeelnemers elk een eindrapport opgeleverd (Van Aanholt & Smeets, 1991; Brouwers, 1991; Van der Burg & De Wit, 1991a, 1991b; Goes, 1991).

Dit proefschrift vormt een verdere uitwerking van het verslag dat in het ITS-eindrapport is gedaan van het evaluatie-onderzoek in het PNM-project (Van Aanholt & Smeets, 1991). In vergelijking met het eerder verschenen rapport is uitdrukkelijk aandacht besteed aan theoretische aspecten. Daarbij komen tevens theoretische inzichten aan bod die ten tijde van de uitvoering van *Proefschoon Nieuwe Media* nog niet in publikaties waren neergelegd. Dit proefschrift biedt tevens een overzicht van een aantal educatieve multimediaprojecten en een beschrijving van resultaten van onderzoek op dit gebied. Bovendien wordt ingegaan op de resultaten van aanvullende dataverzameling bij de leerlingen van de proefschoon, één jaar na afloop van het experiment. De proefschoon is na afloop van het experiment met multimedia blijven werken. De aanvullende dataverzameling bood dan ook een goede gelegenheid om de opvattingen van leerlingen nogmaals in kaart te brengen en te vergelijken met de eerder gevonden resultaten. Daarnaast is enkele jaren later, in het schooljaar 1994/

95, via een gesprek met de coördinator informatietechnologie van de school, nagegaan wat op dat moment de stand van zaken was rond het gebruik van de ontwikkelde toepassingen in het aardrijkskunde-onderwijs. Daarbij is tevens aandacht besteed aan eventuele uitstralingseffecten van de deelname aan het project in de school.

De opbouw van het proefschrift is als volgt. Hoofdstuk 1 geeft definities van gehanteerde begrippen, een overzicht van de mogelijkheden van multimedia in het onderwijs en een overzicht van een aantal projecten in binnen- en buitenland op dit gebied.

In hoofdstuk 2 wordt aandacht besteed aan de theoretische aspecten die aan het gebruik van multimedia in het onderwijs ten grondslag kunnen liggen. Hier komen ook inzichten en uitgangspunten aan bod die pas na afloop van het PNM-project zijn gepubliceerd. Daarbij wordt het begrip 'krachtige leeromgeving' geïntroduceerd. Bovendien wordt ingegaan op de rol van evaluatie-onderzoek en wordt - aan de hand van theorievorming en onderzoeksresultaten - een beschrijving gegeven van de variabelen die een rol (kunnen) spelen bij de implementatie van en het leren in multimediale leeromgevingen. Ook wordt een beeld geschetst van de te verwachten effecten op het niveau van de leerling, de docent en de school.

De daarna volgende drie hoofdstukken hebben betrekking op het project *Proefschool Nieuwe Media*. In hoofdstuk 3 wordt een beschrijving gegeven van de opzet van het project, de ontwikkelde leeromgevingen en de rol en inspanningen van de project-deelnemers. In hoofdstuk 4 komen de in het evaluatie-onderzoek te beantwoorden vragen aan de orde. Tevens schetst dit hoofdstuk een beeld van de opzet van het onderzoek en de toegepaste onderzoeksactiviteiten en -instrumenten. Hoofdstuk 5 vormt de beschrijving van de resultaten van het onderzoek.

Hoofdstuk 6 sluit het proefschrift af met een overzicht van de conclusies die het onderzoek heeft opgeleverd, gevolgd door discussie en aanbevelingen. In dat hoofdstuk wordt een vergelijking gemaakt tussen de resultaten van *Proefschool Nieuwe Media* en de verwachtingen op basis van theorievorming en onderzoeksresultaten. Daaruit komen aanbevelingen voor de aanpak van educatieve multimediaprojecten en aanbevelingen voor vervolgonderzoek voort.

1 Multimedia in het onderwijs

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op verschillende begrippen en benamingen die in de literatuur rond multimedia worden gehanteerd. Daarbij zal tevens aandacht worden besteed aan de technische en onderwijskundige mogelijkheden van deze media. Daarna volgt een beschrijving van de stand van zaken rond de toepassing van multimedia in het onderwijs in binnen- en buitenland.

1.1 Multimedia en interactiviteit

De term *multimedia* wordt doorgaans geassocieerd met toepassingen waarbij gebruik wordt gemaakt van een computer in combinatie met 'nieuwe' media, zoals een beeldplaatspeler of een CD-ROM-speler. Volgens Moonen en Collis (1991) spreekt men van multimedia als aan drie voorwaarden is voldaan: er wordt gebruik gemaakt van meer dan één medium, er vindt sturing plaats met behulp van een computer en er is sprake van een interactieve benadering. Weliswaar kan met behulp van reeds langer bestaande media, zoals een boek in combinatie met videobanden, ook een 'multimediale' benadering worden gerealiseerd, maar deze aanpak wordt niet tot de multimedia gerekend. De omschrijving van *nieuwe media* die door het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen (1989, 1992) wordt gegeven, gaat uit van de volgende kenmerken: toepassing van (bewegend) beeld en geluid, dan wel verbindingen over grote afstanden, gecombineerd met interactiviteit. Verhagen (1992) wijst er op dat vaak over media wordt gesproken terwijl wordt bedoeld op apparatuur. In dat licht haalt hij een publikatie van Tosti en Ball (1969) aan, waarin wordt betoogd dat de mogelijke presentatievormen voor het onderwijs van groter belang zijn dan de apparatuur waarmee die presentatie wordt gerealiseerd.

Een begrip dat eveneens wordt gebruikt om multimedia aan te duiden, is *hypermedia*. Deze term wordt soms verward met *hypertext*. Dat is de aanduiding voor een toepassing waarbij tekst op een niet-lineaire manier kan worden doorlopen. Doorgaans gaat het daarbij om tekst die via een computer wordt opgeroepen. Een hypertext bestaat uit stukken tekst, zogenaamde knopen (*nodes* of *frames* genoemd) en verbindingen (*links*) tussen deze knopen. Sleutelwoorden binnen de tekst verwijzen naar andere stukken tekst, die door de gebruiker kunnen worden opgeroepen. Er is sprake van *hypermedia* als dergelijke verbindingen niet alleen de schakel naar andere

teksten vormen, maar ook naar informatie in de vorm van beeld en/of geluid. Jonassen (1989) geeft de volgende omschrijving: "Hypertext is often integrated with other technologies which are capable of producing and displaying sound and speech, graphics, video, and so on. This multi-media information constitutes the nodes, so that choosing a link to another node may result in a video display or a speech. This combination is known as hypermedia." (p. 18). Sommigen beschouwen hypermedia als een specifieke toepassing van multimedia (Moonen & Collis, 1991), terwijl anderen multimedia als de commerciële variant van hypermedia beschouwen (Harland, 1991; Ralston, 1991). Romiszowski (1993) verstaat onder multimedia slechts het gebruik van verschillende media. Hypermedia ziet hij daarentegen als een manier om informatie op te slaan in een netwerk, waarbij hij verwijst naar de manier waarop concepten en ideeën worden opgeslagen in de menselijke geest. Een goed voorbeeld daarvan is een toepassing die op dit moment een grote - en nog steeds groeiende - belangstelling geniet: *World Wide Web*. Hiermee is het mogelijk via het wereldwijde computernetwerk *Internet* multimediale informatie (tekst, stilstaande beelden, bewegende beelden en audio) op te vragen. Het opmerkelijke daarbij is, dat de op te vragen informatie niet in haar geheel op dezelfde plaats beschikbaar hoeft te zijn. Door verwijzingen in de informatiepagina's van *World Wide Web* naar andere computers kan zonder merkbare vertraging informatie vanaf verschillende plekken op de aarde worden gehaald.

Allen en Hoffman (1993) zien de begrippen multimedia en hypermedia als twee uitersten van een continuüm. Bij multimedia zouden de auteurs verantwoordelijk zijn voor de volgorde waarin de beschikbare informatie wordt aangeboden, terwijl die verantwoordelijkheid bij hypermedia bij de gebruiker zou liggen. Vaak worden beide termen echter in dezelfde betekenis gebruikt. Galbreath (1992) citeert acht verschillende definities van multimedia. Als gemeenschappelijk element daarvan noemt deze auteur de combinatie van twee of meer media, waarbij interactiviteit mogelijk wordt gemaakt via een computer. Zelf omschrijft Galbreath multimedia als een combinatie van apparatuur, programmatuur en opslagtechnieken, waardoor een veelzijdige informatie-omgeving kan worden geboden. Ook Tolhurst (1995) geeft een overzicht van een aantal omschrijvingen. Zij concludeert dat 'multimedia' als meest algemene term kan worden beschouwd.

Aangezien multimedia een interactieve benadering door de gebruiker mogelijk maken, wordt tevens de term *interactieve media* gebruikt. Jonassen (1989) verstaat het volgende onder interactiviteit: "The user determines what information is viewed, the sequence in which it is viewed, for how long, and so on." (p. 14). In deze omschrijving wordt voorbijgegaan aan mogelijke gradaties in interactiviteit. De Nebraska Videodisc Design/Production Group heeft daarmee wel rekening gehouden in haar

uit 1980 daterende indeling in drie niveaus van interactiviteit (Flagg, 1990; Latchem, Williamson & Henderson-Lancett, 1993), variërend van een lineaire beeldplaatspeler tot een programmeerbare beeldplaatspeler die is gekoppeld aan een externe computer. Later zijn hiervan andere indelingen afgeleid, waarbij meer niveaus werden onderscheiden. Daynes (1984, geciteerd door Branson, 1988) noemt vijf niveaus. Romiszowski (1988) hanteert een indeling in vier niveaus. De essentie van de oorspronkelijke indeling is daarmee echter niet veranderd. Het bezwaar tegen de genoemde indelingen is, dat ze betrekking hebben op de technische mogelijkheden van de apparatuur en niet op de ontwikkelde toepassingen. Mede gezien de ontwikkelingen in de techniek hebben dergelijke indelingen aan waarde ingeboet. De mogelijkheden tot interactiviteit worden in het algemeen sterker bepaald door de ontwikkelaar van toepassingen dan door de mogelijkheden van de apparatuur. Bij het bepalen van de mate van interactiviteit verdient het daarom aanbeveling naar de programmatuur te kijken in plaats van naar de apparatuur. Borsook en Higginbotham-Wheat (1991) geven een overzicht van zeven componenten van interactiviteit die in meer- of mindere mate aanwezig kunnen zijn in instructieprogramma's waarbij gebruik wordt gemaakt van de computer:

- 1) *Snelheid van respons*. Een onmiddellijke reactie van het programma op handelingen van de gebruiker vormt een belangrijke component van interactiviteit.
- 2) *Niet-sequentiële toegang tot informatie*. Bij een interactieve benadering kan de hoeveelheid informatie die wordt gepresenteerd en de volgorde waarin die informatie wordt gepresenteerd, worden beïnvloed door de gebruiker.
- 3) *Aanpasbaarheid*. Niet-sequentiële toegang tot informatie impliceert aanpasbaarheid. Bij interactie tussen twee partijen vindt wederzijdse aanpassing plaats, zodat de interactie afhankelijk is van degene waarmee deze plaatsvindt.
- 4) *Terugkoppeling*. Zonder terugkoppeling (*feedback*) is geen interactiviteit mogelijk. Terugkoppeling biedt de informatie op basis waarvan aanpassingen kunnen worden uitgevoerd.
- 5) *Opties*. Aanpasbaarheid en terugkoppeling vereisen van de programmatuur dat er voldoende mogelijkheden, of opties, worden geboden aan de gebruiker.
- 6) *Tweezijdige communicatie*. Interactie vooronderstelt dat communicatie in twee richtingen mogelijk is.
- 7) *Stapgrootte*. Dit betreft de hoeveelheid tijd die verstrijkt vóór invoer door de gebruiker mogelijk is, waardoor een handeling kan worden geïnitieerd of onderbroken.

Kanselaar en Vogelzang (1995) onderscheiden drie aspecten die ten aanzien van interactiviteit van belang zijn bij educatieve toepassingen:

- 1) *De frequentie van keuzemogelijkheden*. Naarmate leerlingen vaker keuzes kunnen maken, kan hun concentratie en motivatie om door te gaan worden versterkt. Het is echter onduidelijk of dit een positief effect op de leerresultaten heeft.
- 2) *De leerhistorie*. Interactiviteit kan meer diepgang krijgen als (re)acties van leerlingen en gemaakte keuzes worden opgeslagen, met andere woorden als de gevolgde leerweg wordt geregistreerd.
- 3) *Kwaliteit van de interactie*. De interactie tussen de lerende en het onderwijsmedium wint aan kwaliteit als het medium aansluit bij de aanwezige voorkennis, leerproblemen diagnostiseert, de leerhistorie bijhoudt en waar nodig de leerling de gelegenheid biedt het initiatief te nemen.

Romiszowski (1993) vergelijkt de mogelijkheden tot interactie tussen de leerling en een multimediaal lespakket met de interactie tussen de leerling en de docent. Hij onderscheidt vier niveaus:

- 1) De docent geeft praktijkdemonstraties en uitleg op hoofdpunten. De leerling moet deze hoofdpunten vervolgens weergeven. De docent corrigeert alleen op punten waar de leerling duidelijk tekortschiet. Dit niveau van interactie is vergelijkbaar met lineair geprogrammeerde instructie.
- 2) De docent gebruikt ook alternatieve voorbeelden of analogieën en andere tactieken om de moeilijkheden waar de leerling mee kampt, op te lossen. Binnen computerondersteund onderwijs wordt vaak gebruik gemaakt van dit 'vertakte model'.
- 3) De leerling stelt vragen aan de docent en de docent beantwoordt deze. Deze vorm van interactie is vergelijkbaar met het zoeken door een leerling in een hypertext- of hypermediapakket waarbij het initiatief bij de leerling zelf ligt.
- 4) De leerling stelt vragen. De docent reageert daarop door niet alleen te antwoorden maar door nieuwe vragen te stellen en de leerling op die manier uit te dagen. Romiszowski vergelijkt deze zogenaamde socratische dialoog met 'intelligent tutoring systems'. De auteur tekent daarbij aan dat nog geen enkel project op het gebied van interactieve multimedia alle aspecten van *intelligent tutoring* in zich heeft verenigd.

Romiszowski concludeert: "To summarize, the value and nature of interactivity in the instructional process can best be described by the 'depth of processing' or the quality of thinking that is demanded of the student. In the four scenarios I have outlined above, we can see a continuum from surface-level interactivity (where simple responses are observed and commented on) through to deep-level conversational dialogues, where both learner and teacher are gaining insights into each other's thin-

king. This dimension (surface-processing to deep-processing) may be one of the most useful ways of evaluating the nature of the interactivity that has been built into a given instructional product." (p. 60).

Borsook en Higginbotham-Wheat (1991) merken op dat het vergroten van de invloed van de leerling op het verloop van het programma niet vanzelfsprekend inhoudt dat daarmee de mate van interactiviteit toeneemt. Er dient sprake te zijn van een balans tussen de invloed van de leerling en de invloed van de computer op het programma. Deze balans is ook terug te vinden in het hoogste niveau van interactie dat Romiszowski onderscheidt. De opvattingen over de mate waarin de leerling het verloop van het multimedia-programma dient te kunnen beïnvloeden en de resultaten van onderzoek op dit gebied, zullen op andere plaatsen in deze studie worden besproken.

Definitie van multimedia

Multimedia worden in dit proefschrift opgevat als: *Een combinatie, dan wel een netwerk, van computergestuurde systemen of informatiedragers en programmatuur waardoor de mogelijkheid wordt geboden tot een interactieve benadering van teksten en stilstaande of bewegende beelden, al dan niet gecombineerd met geluid.* Een interactieve benadering houdt in dat de gebruiker (in beginsel) de keuze heeft welke informatie zal worden geraadpleegd en in welke volgorde de geselecteerde informatie wordt geraadpleegd, waarbij het systeem terugkoppeling geeft op basis van de handelingen van de gebruiker. In deze studie wordt geen onderscheid gemaakt tussen de termen *nieuwe media*, *hypermedia*, *multimedia* en *interactieve media*. Aangezien het begrip *multimedia* het meest gangbaar is, zal deze term zoveel mogelijk worden gehanteerd.

1.2 Systemen en informatiedragers

Toepassingen van multimedia kunnen, qua systeem dan wel informatiedrager, worden ingedeeld in drie groepen:

- informatiedragers met analoge beeldopslag
- informatiedragers met digitale beeldopslag
- telematische systemen

Analoge en digitale opslag onderscheiden zich hierin van elkaar dat de laatstgenoemde benadering (in beginsel) het invoeren in en bewerken met behulp van computers mogelijk maakt.

De hier volgende beschrijving van analoge en digitale informatiedragers is ontleend aan Bertolucci (1995), Blankesteijn (1995), Borsboom, Bosch en Verhagen (1988), Camstra (1992), Dols (1992), Dumoulin (1989), EMC (1991), Feldman (1991), Galbreath (1992, 1993), Gwyn (1988), Halfhill (1995), Jonassen (1989), Kanselaar en Vogelzang (1995), Kluivers (1990), Miller (1987), Moonen en Collis (1991), Nugent (1987), Paine en McAra (1993), Romiszowski (1988), Vaughan-Nichols (1995) en Zwartkruis (1987).

Informatiedragers met analoge beeldopslag

Naast de videorecorder, die zich niet leent voor interactieve toepassingen, kent ook de beeldplaat analoge opslag van beelden. Deze informatiedrager is door Philips uitgevonden in 1969. De plaat en de bijbehorende afspeelapparatuur zijn in 1978 op de markt gebracht onder de naam *LaserVision*. Een beeldplaat met een diameter van dertig centimeter kan in de zogenaamde *long-play*-versie 72 minuten beeld en twee geluidssporen per plaatkant opslaan. Voor educatieve toepassingen is deze versie echter niet interessant, omdat de mogelijkheden tot interactiviteit onvoldoende zijn. Qua afspeelmogelijkheden is dit systeem vergelijkbaar met de videorecorder. Later is een versie ontwikkeld die wel geschikt is voor interactief gebruik. Deze *active play*-versie biedt de mogelijkheid van analoge opslag van maximaal 54000 stilstaande beelden (*stills* of *dia's*) per plaatkant, hetgeen overeenkomt met 36 minuten bewegend beeld. Daarbij krijgt ieder beeldje (*frame*) een kodenummer. Hierdoor is het mogelijk zeer snel - binnen maximaal twee seconden - willekeurig welk beeldje op de plaat exact op te zoeken of willekeurig welk filmfragment te starten (*random access*). Dit opzoeken van beelden kan gebeuren met behulp van een aan de beeldplaatspeler aangesloten computer, afstandsbediening of leespen. De beeldplaat kan ook worden ingezet als *LaserVision Read Only Memory (LV-ROM)*. De geluidssporen worden dan gebruikt voor de opslag van (maximaal 324 Megabytes) gedigitaliseerde informatie. Deze informatie kan via een aan de beeldplaatspeler aangesloten computer worden verwerkt en bij voorbeeld op het scherm verschijnen in de vorm van teksten, tabellen, grafieken en/of animaties.

De mogelijkheid om verschillende typen informatie op te slaan maakt de beeldplaat tot een veelzijdig medium. Het is mogelijk om op één en dezelfde beeldplaat een aantal minuten bewegende beelden, voorzien van geluid, te combineren met een groot aantal *dia's*, desgewenst eveneens van geluid voorzien, teksten en grafieken. Daarbij kan de informatie in elke gewenste volgorde aan de gebruiker worden gepresenteerd. Ook kan de gebruiker, mits daartoe voldoende mogelijkheden zijn ingebouwd, zelf een selectie maken uit het aanbod en zelf invloed uitoefenen op de volg-

orde waarin de audiovisuele informatie wordt gepresenteerd. Voor interactieve toepassingen van de beeldplaat wordt ook de term *interactieve video* gebruikt.

Informatiedragers met digitale beeldopslag

De digitale opslag van beeldinformatie is mogelijk met (varianten van) de *Compact Disc* (CD). De CD is afgeleid van *LaserVision*. Ook computerdiskettes en de harde schijf van de computer lenen zich voor de digitale opslag van beelden, al ligt het - met het oog op de omvang van databestanden met dergelijke informatie - niet voor de hand om daarop grote hoeveelheden beeldmateriaal op te slaan.

De CD verscheen in 1982 op de markt als digitale geluidsdrager (*CD-DA*, oftewel *Compact Disc Digital Audio*). Voor toepassing in combinatie met de computer is daaruit de *Compact Disc Read Only Memory*, oftewel *CD-ROM*, ontwikkeld en in 1985 geïntroduceerd. Net als bij LV-ROM, bestaat daarbij de mogelijkheid tot opslag van beeld, geluid en computerdata. Bij de oorspronkelijke CD-ROM ontbrak de mogelijkheid om beeld en geluid gelijktijdig te reproduceren. *CD-ROM XA* (*eXtended Architecture*), beschikbaar vanaf 1988, bood die mogelijkheid wel, maar heeft zich niet tot standaard ontwikkeld. Later is ook de 'gewone' CD-ROM uitgebreid met genoemde faciliteit.

In tegenstelling tot de beeldplaat kent CD-ROM uitsluitend digitale opslag van informatie. Een voordeel van digitale beeldopslag is het afwezig zijn van ruis. Een ander voordeel van de digitale opslag van beeld ligt in de mogelijkheid om de beelden via de computer in te lezen, te bewerken en op te slaan. Doordat een CD-ROM geen analoge informatie bevat, kan de compact disc op een lagere snelheid worden afgespeeld dan de beeldplaat. Dit leidt tot een grotere capaciteit voor de opslag van computerdata: een CD met een diameter van 12 centimeter heeft een opslagcapaciteit van 650 Megabytes. Een ander voordeel van CD-ROM ten opzichte van de beeldplaat is dat CD-ROM een tot op zekere hoogte gestandaardiseerd medium is, terwijl bij de beeldplaat verschillende, niet uitwisselbare, systemen bestaan. Wel moet de CD-ROM zijn afgestemd op gebruik in combinatie met het besturingssysteem van de computer en zijn CD-ROM en CD-ROM-XA niet uitwisselbaar.

CD-ROM kende oorspronkelijk ook enkele wezenlijke nadelen ten opzichte van de beeldplaat. Digitale opslag van beeldinformatie vergt veel meer geheugenruimte dan analoge opslag. Met een opslagmogelijkheid voor 9000 stilstaande beelden beschikte de CD-ROM slechts over één zesde van de capaciteit voor beeldopslag van de analoge beeldplaat. Een ander nadeel van CD-ROM lag in de transmissiesnelheid. Dit is de snelheid waarmee de gedigitaliseerde informatie tot beeld wordt verwerkt. De

suggestie van een vloeiende beweging is pas aanwezig bij weergave van vijftientig beelden per seconde. De transmissiesnelheid van CD-ROM maakte dat echter niet mogelijk. Daardoor heeft CD-ROM aanvankelijk vooral toepassing gevonden als opslagmedium voor grote gegevensbestanden die via computers kunnen worden gelezen. Door de ontwikkelingen van compressietechnieken en CD-ROM-spelers met een grotere transmissiesnelheid werd het genoemde bezwaar echter weggenomen. Op dit moment kan een CD-ROM 72 minuten video (in combinatie met audio) bevatten. De verwachting is dat computers binnenkort standaard worden uitgerust met de mogelijkheid om schermvullende bewegende beelden met geluid te presenteren.

De in 1991 officieel geïntroduceerde CD-I is een verdere ontwikkeling van CD-ROM. Een belangrijk verschil ten opzichte van CD-ROM vormt de mogelijkheid om CD-I te gebruiken zonder deze aan een computer aan te sluiten. Door een ingebouwde microprocessor, die met behulp van een muis of afstandsbediening door de gebruiker kan worden bestuurd, is alleen een (TV-)beeldscherm nodig als randapparatuur. Bij de eerste toepassingen van CD-I kon gebruik worden gemaakt van computeranimaties, stilstaande beelden, tekst en geluid. Door het gebruik van compressietechnieken bieden latere uitvoeringen tevens de mogelijkheid bewegende videobeelden te laten zien. Een nadeel van CD-I is de beperkte invoermogelijkheid, door het ontbreken van een toetsenbord. Een ander nadeel is de beperkte mogelijkheid voor de gebruiker om gegevens op te slaan. Bij CD-ROM en beeldplaat zijn ruimere mogelijkheden voorhanden doordat deze informatiedragers in combinatie met een computer worden gebruikt. Een derde nadeel is de lagere resolutie waarmee teksten op het (televisie-)scherm worden vertoond. Een voordeel van CD-I is dat er één universele standaard is.

Telematica

Het begrip *telematica* is ontstaan uit de combinatie van *telecommunicatie* en *informatica*. Het gaat daarbij om het leggen van verbindingen tussen computers die zich op verschillende plaatsen bevinden. Dit kan plaatsvinden via telefoonlijnen, het TV-kabelnet, voor zover dat geschikt is voor de doorgifte van signalen in twee richtingen (Smeets, 1995a) of satellietverbindingen. Door telematica zijn toepassingen van teleleren binnen handbereik gekomen (Smeets, Willems & Jas, 1992; Smeets, 1995b). Ook wordt telematica (in de klas) toegepast in het voortgezet onderwijs, om leerlingen contact te laten leggen met leerlingen in het buitenland en om hen informatiebronnen te laten raadplegen (Collis & De Vries, 1991).

De toepassing die in deze studie van belang is, is *Videotex*. Dit is een interactief systeem dat gebruikers via de telefoonlijn toegang biedt tot computers met gegevensbanken, waaruit informatie kan worden opgevraagd die vervolgens op een beeldscherm zichtbaar wordt gemaakt. Bij het benaderen van het systeem kan gebruik worden gemaakt van een computer met modem of van een televisietoestel met Videotex-schakelkastje. Vergeleken met de eerder besproken informatiedragers, de beeldplaat en de *compact disc*, is Videotex beperkt qua presentatiemogelijkheden. Het systeem is niet geschikt om foto's of bewegende beelden te tonen. Ook geluid ontbreekt. De informatie wordt gepresenteerd in de vorm van teksten en eenvoudige grafische voorstellingen. Het verkrijgen van informatie functioneert trager dan bij de bovengenoemde media. Deze beperkingen vormen belangrijke nadelen van Videotex ten opzichte van beeldplaat en CD. Ook het feit dat voor het raadplegen van Videotex een telefoonlijn noodzakelijk is, kan nadelig zijn. Dit geldt met name voor educatieve toepassingen. Het voordeel van Videotex ten opzichte van de andere informatiedragers is, dat de beschikbare informatie steeds op eenvoudige en snelle wijze kan worden geactualiseerd. Ook de bediening door de gebruiker is eenvoudig.

Een toepassing van telematica die de laatste tijd aan belang heeft gewonnen, is het wereldomspannende computernetwerk *Internet*. De basis voor dit netwerk is reeds in de zestiger jaren gelegd door de koppeling van een aantal kleinere universitaire en militaire computernetwerken in de Verenigde Staten. Oorspronkelijk waren de toepassingen op dit netwerk tekstgeoriënteerd. Na de komst van *World Wide Web*, dat in paragraaf 1.1 is besproken, waardoor grafische toepassingen mogelijk werden, is *Internet* explosief gegroeid. Volgens schattingen waren er in 1991 vier miljoen gebruikers, terwijl dat aantal medio 1995 al veertig miljoen bedroeg (Keus, 1995). Inmiddels bestaat niet alleen de mogelijkheid om bestanden met videobeelden en geluid naar de eigen computer toe te halen, maar kan men ook (gegeven de juiste randvoorwaarden) rechtstreeks via 'het net' radio-uitzendingen beluisteren en videofragmenten bekijken (Vaughan-Nichols, 1995).

Ook het onderwijs begint oog te krijgen voor de mogelijkheden van *Internet*. Mad-dux (1994) zegt dat *Internet* grote voordelen lijkt te kunnen hebben voor het onderwijs, maar hij waarschuwt voor te veel optimisme. Er wordt namelijk te veel nadruk gelegd op het verkrijgen van toegang tot dit computernetwerk en er is te weinig aandacht voor feitelijke educatieve toepassingen. Mogelijke toepassingen moeten in het curriculum worden ingepast. Het heeft weinig zin leerlingen 'in het wilde weg' het netwerk op te sturen. Een ander nadeel is dat het informatieaanbod via *Internet* aan snelle en sterke veranderingen onderhevig is. Juist in het onderwijs kan dat moeilijkheden opleveren, omdat een kleine verandering in dergelijke systemen leerlingen al voor grote problemen kan stellen (Smeets, 1992).

1.3 Mogelijkheden in het onderwijs

Een belangrijke eigenschap van multimedia - met name door het gebruik van bewegende beelden - is de mogelijkheid om complexe processen of problemen op een relatief eenvoudige manier te presenteren. De videocomponent vormt volgens Atkins (1993) een effectief medium om conceptuele kennis te koppelen aan werkelijke ervaringen van de lerende. Multimedia lenen zich daardoor goed voor educatieve toepassingen. Tabel 1.1 geeft een overzicht van de voor- en nadelen van interactieve beeldplaat, CD-ROM, CD-I, Videotex en *World Wide Web* die bij educatieve toepassingen van belang kunnen zijn.

Tabel 1.1 - Voor- en nadelen van multimedia-systemen en -informatiedragers

Systeem	Voordelen	Nadelen
Beeldplaat	veelzijdige opslagmogelijkheden, veel educatieve toepassingen beschikbaar	verschillende, niet gestandaardiseerde systemen, analoge beelden niet te bewerken door de gebruiker
Compact Disc Read-Only-Memory (CD-ROM)	tot zekere hoogte gestandaardiseerd; digitaal beeld (zonder ruis); opslag van veel data mogelijk, data kunnen worden bewerkt; groot aanbod aan titels	niet elke CD functioneert in elk systeem
Compact Disc Interactive (CD-I)	gestandaardiseerd, digitaal beeld (zonder ruis); opslag van veel data mogelijk, geen computer nodig	beperkte invoermogelijkheden voor de gebruiker, beperkte opslagmogelijkheden voor de gebruiker, data kunnen niet worden bewerkt
Videotex	eenvoudig te actualiseren	presentatiemogelijkheden beperkt tot tekst en eenvoudige grafische voorstellingen, relatief trage werking, telefoonlijn nodig
<i>World Wide Web</i>	zeer groot informatieaanbod, zeer groot bereik, zeer snel te actualiseren, lage kosten voor de gebruiker	nog onvoldoende aandacht voor educatieve toepassingen; multimediale toepassingen stellen hoge eisen aan apparatuur en verbindingen, informatieaanbod sterk wisselend

Van de op dit moment beschikbare multimedia-systemen is de beeldplaat tot nu toe het meest frequent toegepast in het onderwijs. De verwachting is echter dat deze in de komende jaren zal worden vervangen door toepassingen waarbij digitale opslag van data plaatsvindt (Camstra, 1992; Verhagen, 1992). De reden hiervoor moet met name worden gezocht in de mogelijkheden die digitale data-opslag biedt om gegevens te bewerken en niet in tekortkomingen van de beeldplaat. Ook speelt de grotere mate van standaardisatie van de nieuwere toepassingen een rol. Qua presentatiemogelijkheden doet de beeldplaat niet onder voor de nieuwere media. Verhagen (1992) benadrukt dat onderzoek naar het gebruik van de beeldplaat daarom niet als achterhaald mag worden beschouwd. Vooral CD-ROM biedt goede mogelijkheden voor toepassing in het onderwijs. CD-I is weliswaar eenvoudiger te hanteren dan CD-ROM, maar heeft daardoor tevens beperkingen. Videotex is zowel qua opzet als qua mogelijkheden van een andere orde dan beeldplaat en *compact disc*. Waarschijnlijk zal *World Wide Web* zich in de komende jaren ontwikkelen als een aantrekkelijk alternatief voor Videotex. Dit vergt echter nog de nodige studie.

Mayes (1992) roemt de levendigheid van multimedia-toepassingen, maar voegt daaraan toe dat er geen duidelijk bewijs is dat een grotere levendigheid leidt tot een langere retentie. Park (1991) noemt als voordeel van het werken met multimedia de mogelijkheid dat de lerende alleen de informatie selecteert die aansluit bij de eigen behoefte en cognitieve vaardigheden. De verwachte positieve effecten daarvan op de leervorderingen worden echter doorgaans niet aangetoond, aldus Park. Vaak wordt bij het gebruik van multimedia geconstateerd dat er sprake is van een motivatieverhogende uitwerking op leerlingen (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992a, 1992b; Latchem et al., 1993). Doultou (1984) concludeert op grond van onderzoek in het voortgezet onderwijs dat interactieve video een goed alternatief is voor het uitvoeren van scheikundige proeven. Door het gebruik van multimedia kunnen onderwijsleersituaties worden gecreëerd die anders om praktische redenen niet haalbaar zouden zijn. Tevens bieden multimedia de mogelijkheid om potentieel gevaarlijke situaties te simuleren zonder dat de cursisten gevaar lopen. In het vreemdetalenonderwijs kunnen multimedia een belangrijke functie vervullen, doordat daarmee rijke, authentieke taalomgevingen kunnen worden aangeboden. Daarbij biedt de mogelijke combinatie van spraak en beeld voordelen ten opzichte van een benadering waarbij alleen gebruik wordt gemaakt van audio. Bij de multimediale aanpak kan namelijk tevens aandacht worden besteed aan nonverbale communicatie (Kanselaar & Vogelzang, 1995).

Bij bedrijfsopleidingen maakt de inzet van multimedia kostenbesparingen mogelijk doordat trainingen minder tijd kosten, doordat reistijd en -kosten kunnen vervallen en doordat het tijdstip waarop wordt geleerd, flexibeler kan worden gekozen (Nu-

gent, 1987; Latchem et al., 1993; Harlaar & Van Selms, 1994). In het reguliere onderwijs spelen deze argumenten vooralsnog geen rol van betekenis.

Latchem et al. (1993) zien een mogelijk nadeel van het gebruik van video in het risico dat leerlingen gewend zijn dit medium passief tegemoet te treden. Laurillard (1984) stelt echter dat video niet per se moet worden gezien als een passief medium. Het bezwaar van video is volgens haar dat leerlingen in een receptieve houding worden gedwongen, indien zij een videopresentatie moeten volgen zonder daar zelf actief over te hoeven nadenken. Interactieve video zou dit bezwaar wegnemen, omdat daarmee regelmatige wisselingen tussen receptief en actief leren kunnen worden opgeroepen. Bosco (1984) waarschuwt voor het feit dat onnodige visuele informatie leerlingen kan afleiden. Het gebruik van video dient functioneel te zijn. Ook Dalton en Hannafin (1986) zijn van mening dat slechts gebruik moet worden gemaakt van interactieve video indien de extra mogelijkheden die dit medium biedt, noodzakelijk zijn. Op het punt van de cognitieve verwerking van complexe beelden is nog nauwelijks onderzoek gedaan (Weidenmann, 1993). Volgens Engelkamp (1991) bevatten beelden meer informatie dan woorden en wordt die extra informatie ook daadwerkelijk verwerkt en opgeslagen. Bij het gebruik van beeld in combinatie met geluid, speelt de auditieve component volgens Engelkamp (1991) en Strittmatter (1993) echter de belangrijkste rol bij het overdragen van inhoud en het bevorderen van het begrip daarvan. Laatstgenoemde stelt dat beeld en geluid met elkaar kunnen interfereren, waardoor de verwerking van informatie in negatieve zin kan worden beïnvloed.

Gwyn (1988) ziet drie mogelijke educatieve toepassingen van multimedia: instructie, simulatie en archief. Daarbij wordt instructie opgevat als het tonen van bepaalde handlungssequenties of een bepaald gedrag, het geven van bijbehorende informatie en het toetsen van de verworven kennis. Vooral simulatie wordt beschouwd als een waardevolle toepassing van multimedia. Daardoor kunnen processen zichtbaar worden gemaakt die zonder deze media moeilijk of in het geheel niet in het onderwijs kunnen worden gepresenteerd. De derde toepassing, archief, is een databankfunctie. De auteur stelt vast dat de scheidslijnen tussen deze drie toepassingen niet altijd even duidelijk zijn. Instructie kan bij voorbeeld gebruik maken van simulatie, terwijl simulaties zich kunnen bedienen van de archieffunctie. Romiszowski (1988) beschouwt de mogelijkheid om simulaties te presenteren als de meestbelovende vernieuwing die interactieve video biedt: "The video medium can present the realism of people's verbal and non-verbal communication, the detail of complex processes and procedures, the real life setting in which a problem is embedded, and so on." (p. 354).

Duffy en Knuth (1989) geven een beschrijving van de toepassingsmogelijkheden voor het onderwijs van hypermedia die zich beperkt tot een databankfunctie die vergelijkbaar is met de door Gwyn omschreven archieffunctie. Duffy en Knuth onderscheiden daarin echter vier verschillende toepassingen:

- 1) Het zoeken van informatie in een omvangrijke databank. De leerling kan de beschikbare databank gebruiken om informatie te vergaren en verbanden te leggen. Het gaat daarbij doorgaans om een grote hoeveelheid informatie die relatief ongestructureerd wordt aangeboden.
- 2) Het opvragen van aanvullende informatie. Uitgangspunt is de mogelijkheid om bij een relatief beknopte informatieve tekst, indien gewenst, extra uitleg te vragen. Doel is om de leerling zo snel en zo efficiënt mogelijk van de gewenste informatie te voorzien.
- 3) Het uitvoeren van bewerkingen op het databestand. Het gehanteerde systeem biedt de mogelijkheid om de beschikbare informatie te ordenen en te bewerken.
- 4) Het bouwen van een databank. Bij deze toepassing ligt de nadruk op het zelf samenstellen van een databestand.

De auteurs plaatsen vraagtekens bij de eerste toepassing. Zij achten de overige drie toepassingen van grotere waarde voor het voortgezet onderwijs. Weliswaar onderschrijven zij de opvatting dat databanken van groot belang zijn bij beroep en studie, maar zij achten het nut daarvan voor het voortgezet onderwijs beperkt. Ook andere auteurs hebben daar reeds op gewezen (Borsboom et al., 1988). Een belangrijk nadeel is namelijk dat de leerling het overzicht kan verliezen. Köhler en Sacrbeck (1991) zijn van mening dat sterk gespecialiseerde, op handel of wetenschap gerichte, databanken zinloos zijn voor gebruik door leerlingen. De databank is volgens deze auteurs het meest zinvol als zij zowel inhoudelijk als in didactisch opzicht op gebruik in het onderwijs is afgestemd. Bovendien vormen de kosten van het gebruik van databanken volgens hen een niet te verwaarlozen factor.

1.4 Multimediaprojecten in het onderwijs

In deze paragraaf volgt een overzicht van een aantal projecten waarbij multimediale leeromgevingen zijn toegepast in het onderwijs in de Verenigde Staten, Engeland en Nederland.

Verenigde Staten en Engeland

Branson (1988) bespreekt een aantal projecten met interactieve video die in de Verenigde Staten zijn uitgevoerd. Het gaat daarbij veelal om kleinschalige en versnip-

perde activiteiten. In het voortgezet onderwijs betreft het vaak toepassingen waarbij klassikaal gebruik wordt gemaakt van één beeldplaatspeler. Een grootschaliger project is *The Voyage of the Mimi* (Flagg, 1990; Moonen & Collis, 1991). In dit project doen leerlingen van de basisschool onderzoek naar walvissen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een simulatie van een schip op de oceaan. In de Verenigde Staten zijn enkele projecten uitgevoerd in het basisonderwijs die zich richten op archeologie: *Palenque* (Latchem et al., 1993) en *Archaeotype* (Reeves, 1993). Doel van *Palenque* is het onderzoeken van een Maya-ruïne. Met behulp van CD-ROM en beeldplaat kunnen leerlingen als het ware rondlopen op het terrein van de ruïne of een bezoek brengen aan een museum. Leerlingen kunnen een beroep doen op verschillende gidsen en zij kunnen gereedschappen gebruiken. Tijdens de ontwikkeling van het materiaal, die twee jaar heeft geduurd, zijn aanpassingen uitgevoerd aan de hand van formatieve evaluatie van het gebruik van prototypes (Wilson & Tally, 1990). *Archaeotype* laat leerlingen archeologisch onderzoek doen, waarbij zij een beroep kunnen doen op diverse vormen van ondersteuning (Reeves, 1993).

Tamelijk recente projecten in de Verenigde Staten zijn *The Young Sherlock Project* en *The Adventures of Jasper Woodbury*, die door de Cognition and Technology Group van Vanderbilt University zijn ontwikkeld. Beide projecten richten zich op de bovenbouw van het basisonderwijs en bij beide wordt gebruik gemaakt van interactieve beeldplaat. Aan beide ligt ook een duidelijk theoretisch kader ten grondslag, hetgeen bij veel multimedia-projecten ontbreekt. Uitgangspunt is het principe van 'verankerde instructie', oftewel *anchored instruction*. Hierop zal in hoofdstuk 2 nader worden ingegaan. Doel van eerstgenoemd experiment is leerlingen te leren om interessante teksten te schrijven. De leerlingen in de experimentele groep krijgen instructie die is verankerd in twee macrocontexten, de films 'The Young Sherlock Holmes' en 'Oliver Twist'. De controlegroep omvat leerlingen die instructie krijgen via een relatief groot aantal microcontexten, in de vorm van verhalen. De verwachting die aan het experiment ten grondslag ligt, is dat leerlingen door het gebruik van macrocontexten vaardiger worden in het toepassen van het geleerde bij het uitvoeren van complexere taken (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990). Bij *The Adventures of Jasper Woodbury* wordt gebruik gemaakt van videofragmenten waarin informatie wordt aangedragen voor het oplossen van een probleem dat aan het slot van het fragment wordt geformuleerd. Een voorbeeld is het zoeken van de snelste manier om een gewonde adelaar te redden, waarbij kan worden gekozen uit drie personen die hulp kunnen bieden. Daarnaast is er de keuze uit twee vervoermiddelen en verschillende routes. Bovendien moet rekening worden gehouden met andere factoren, zoals de beschikbare hoeveelheid brandstof. Het pakket heeft als doel het bevorderen van het probleemoplossende vermogen van de leerlingen (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992a, 1992b). Een ander grootschalig project in

de Verenigde Staten is *Athena* van het Massachusetts Institute for Technology (Hodges & Sasnett, 1993). In het kader van dat project zijn meer dan dertig multimediale applicaties ontwikkeld, variërend van een interactieve beeldplaat voor onderwijs in de Franse taal en cultuur (*Dans le quartier St. Gervais*) tot een kunstcatalogus (*ChronoScope*) en een simulatie die kan worden gebruikt om te leren navigeren met schepen (*Navigation videodisc*).

Volgens Looms (1993) beschikte 29 procent van de Noord-Amerikaanse scholen aan het einde van 1991 over één of meer beeldplaatspelers, terwijl 17 procent in het bezit was van minimaal één CD-ROM-speler. Eind 1992 waren er in de Verenigde Staten meer dan 2000 beeldplaten voor educatieve toepassingen beschikbaar. Multimedia zijn volgens Looms in het Europese onderwijs aanzienlijk minder verbreid dan in het onderwijs in de Verenigde Staten. In Engeland zijn enkele grootschalige projecten uitgevoerd waarbij gebruik is gemaakt van interactieve video. Het gaat om het *Domesday*-project en het *IVIS*-project (*Interactive Video in Schools*). *Domesday* is in 1986 opgezet door de BBC (zie Romiszowski, 1988; Tucker, 1989; Mashiter, 1989). Dit project heeft geleid tot twee beeldplaten met informatie over Groot-Brittannië in de jaren tachtig. Het gaat om een zeer omvangrijke databank, met teksten, kaarten en foto's. Deze toepassing is echter niet specifiek op het onderwijs gericht. De veelheid aan informatie kan docenten voor problemen stellen bij de voorbereiding en uitvoering van lessen met deze beeldplaten. Het *IVIS*-project is meer op het onderwijs toegesneden. In het kader van *IVIS* zijn acht verschillende beeldplaten ontwikkeld, die betrekking hebben op sterk uiteenlopende onderwerpen (Mashiter, 1989). Mashiter geeft ook een korte beschrijving van twee projecten die kleinschaliger van opzet zijn. Het gaat om *The Interactive Learning Project*, waaruit drie beeldplaten voor het voortgezet onderwijs zijn voortgekomen, en *Ecodisc*. De *Ecodisc* is een beeldplaat die een simulatie van een natuurreservaat mogelijk maakt. Door het variëren van verschillende variabelen kan de gebruiker de ontwikkeling van het reservaat beïnvloeden. Het resultaat daarvan wordt op het beeldscherm gepresenteerd. De leerlingen die hiermee werken, krijgen de opdracht een plan te maken voor het beheer van het reservaat. Daarbij moeten zij rekening houden met de belangen van verschillende groeperingen. De beeldplaat biedt de nodige informatie, in de vorm van ruim 4000 plaatjes en 170 beeldfragmenten.

Nederland

Om kennis te verzamelen over de mogelijke toepassingen van multimedia in het onderwijs in Nederland en de mogelijke gevolgen daarvan, is met ingang van 1987 door het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen de departementale Stuurgroep Nieuwe Media ingesteld, voor een periode van vijf jaar (Ministerie van Onderwijs en

Wetenschappen, 1989). Tot de taken van deze stuurgroep behoorden het volgen van ontwikkelingen rond multimedia en het initiëren en stimuleren van projecten waarbij dergelijke media in het onderwijs werden ingezet.

In deze periode werd in het basisonderwijs en het speciaal onderwijs een project uitgevoerd met de interactieve beeldplaat, het *BOSODISC*-project. De ontwikkelde beeldplaat richtte zich onder meer op leesvaardigheid, schattend rekenen en verkeer (Verhagen, 1989). In het voortgezet onderwijs werd geëxperimenteerd met het gebruik, met behulp van Videotex, van de geografische databank *GISET* (Het *GEON-LINE*-project; Habraken, 1990a, 1990b). Enkele applicaties die zijn bestemd voor het onderwijs in moderne vreemde talen (*Discatext* en *It's English*) maken gebruik van CD-ROM-XA (Kanselaar & Vogelzang, 1995). Voor het (voortgezet) speciaal onderwijs zijn toepassingen van CD-I (*Het Station*, Vakgroep Onderwijs Technologie Erasmus Universiteit Rotterdam, 1990) en interactieve beeldplaat ontwikkeld. CD-I is ook in het basisonderwijs toegepast, bij het onderwijs in de Engelse taal met behulp van de methode *No Problem* (Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, 1993). Aarntzen (1994) deed onderzoek bij leerlingen in de bovenbouw van de basisschool naar het gebruik van audio in educatieve programmatuur. Doel van het uitgevoerde experiment, waarbij gebruik is gemaakt van CD-ROM, was het vergroten van de leesvaardigheid. Ten behoeve van de nascholing in reken- en wiskundedidactiek van leraren in het basisonderwijs is een beeldplaat ontwikkeld (Jonker & Van Galen, 1991; Leemkuil, 1995). Een andere beeldplaat die zich richt op de lerarenopleiding, draagt de titel *Recht in de spiegel* (Nolthuis, 1992). Doel daarvan is het ondersteunen van studenten bij het maken van een plan voor een les over mensenrechten. Ook De Jong (1994) maakte gebruik van genoemde beeldplaat bij zijn onderzoek naar de samenhang tussen leerstijlen en de manier van werken in een multimediale leeromgeving. De Jong en Mensink (1994) bestudeerden het gebruik van interactieve video in een schietsimulator ten behoeve van de politieopleiding. Verhagen (1992) deed onderzoek bij universitaire studenten naar de optimale lengte van videosegmenten in presentaties met behulp van interactieve video. In het *ODB*-project wordt gewerkt aan een databank over voeding, waarin een multimediale encyclopedie wordt gecombineerd met onderwijstoepassingen. Leraren moeten door deze toepassing in staat worden gesteld leerroutes te selecteren en desgewenst aan te passen (Verhagen & Bestebreurtje, 1994).

De meeste Nederlandse projecten op dit gebied waren relatief kleinschalig van opzet. De overheid was zich bewust van de beperkingen die daaraan waren verbonden en besloot tot de uitvoering van een project waarbij multimedia gedurende langere tijd in een school voor voortgezet onderwijs zouden worden toegepast (Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, 1992): "Hoewel de projecten gericht waren op de

werking van nieuwe media in de dagelijkse praktijk van het Nederlandse onderwijs, waren enkele beperkingen hierbij niet te vermijden. In de meeste projecten werd slechts een enkel produkt beproefd. De tijd die voor evaluatie op scholen beschikbaar was bedroeg doorgaans niet meer dan enkele maanden. Deze beperkingen, hoewel praktisch noodzakelijk, verhinderden dat inzicht werd verkregen in de effecten van nieuwe media bij een meer intensieve en langdurige toepassing. Om ook hierover informatie te genereren is in een enkel geval een meer omvattend en langdurig project ingericht op het Niels Stensen College te Utrecht ('Proefschoon Nieuwe Media')." (p. 5). Voorafgaand aan genoemd project is een voorstudie verricht (Borsboom et al., 1988). Daaruit kwam naar voren dat de vakken aardrijkskunde en geschiedenis zich het beste zouden lenen voor een proef met nieuwe media. Uiteindelijk is gekozen voor aardrijkskunde. Van de beschikbare media werden de interactieve beeldplaat, CD-ROM en Videotex het meest geschikt geacht voor toepassing in de dagelijkse onderwijspraktijk. Het project *Proefschoon Nieuwe Media* - en met name de evaluatie daarvan - staat centraal in dit proefschrift.

1.5 Toekomstige ontwikkelingen

Ondanks de dalende kosten van apparatuur, verloopt de invoering van multimedia in het onderwijs traag. De druk op het budget van scholen, de onbekendheid met de media en de beschikbare programmatuur, en de benodigde tijdsinvestering werken in dat opzicht niet bevorderend (Lagerweij, Kanselaar, Kok, Van der Veen & Van Wessum, 1992). Kanselaar en Vogelzang (1995) wijzen op de snelle ontwikkelingen op het gebied van de apparatuur, waardoor investeringen te snel moeten worden afgeschreven. In het afstandsonderwijs bestaat meer belangstelling voor multimedia. Van Buuren en Valcke (1993) zien in interactieve leeromgevingen perspectieven om te komen tot een grotere flexibilisering van deze onderwijsvorm.

De groeiende populariteit van *Internet* en de grafische omgeving *World Wide Web* zal in de nabije toekomst zeker leiden tot een ruimere toepassing daarvan in het onderwijs dan op dit moment het geval is. Zoals eerder aangegeven, moet dan echter meer aandacht worden besteed aan een aantal randvoorwaarden. In de toekomst zal ook de zogenaamde virtuele omgeving (*Virtual Reality*, *VR* of *Virtual Environments*) aan belang winnen. Het gaat daarbij om natuurgetrouwe driedimensionele simulaties van de werkelijkheid die interactief te benaderen zijn door de gebruiker. Daardoor krijgt deze het idee zich midden in de gesimuleerde situatie te bevinden. Dergelijke toepassingen kunnen grote waarde hebben voor het onderwijs. Helsel (1992) zegt daarover: "Virtual reality has the potential to move education from its reliance on textbook abstractions to experiential learning in naturalistic settings." (p. 41). Pante-

lidis (1993) verwacht dat virtuele omgevingen erg motiverend kunnen zijn voor leerlingen, omdat het bijna onmogelijk is om daarbij passief te blijven. Ook Galbreath (1992) verwacht hiervan grote voordelen voor het onderwijs, maar voorziet dat de invoering daarvan nog jaren op zich zal laten wachten: "While virtual reality's educational benefits seem immense, do not expect this type of system in the classroom for many years to come." (p. 19). Strothotte (1993) wijst op een tekortkoming waaraan de huidige VR-systemen lijden, die vooral voor onderwijstoepassingen een belangrijk minpunt vormt. De communicatie tussen de virtuele omgeving en de mens verloopt namelijk zonder gebruik van spraak. Strothotte wijt dat enerzijds aan technische oorzaken, zoals de stand van zaken rond automatische spraakherkenning, maar ook aan de filosofie dat het gebruik van taal overbodig is, die aan VR ten grondslag ligt.

Nieuwe ontwikkelingen in technisch opzicht zijn optische informatiedragers met een aanzienlijk grotere capaciteit, waarop de gebruiker zelf informatie kan opslaan. Zo wordt eind 1996 de *Digitale Videodisk (DVD)* verwacht. Dit medium, dat de opvolger van de CD moet worden, zal een opslagmogelijkheid van 4.7 Gigabytes bieden en is onbeperkt te lezen en te beschrijven. Er zijn zelfs mogelijkheden om de capaciteit van de DVD op te voeren tot ruim 18 Gigabytes (Nadeau, 1995). De verwachting is dat DVD-apparatuur tevens de videorecorder zal gaan vervangen.

1.6 Samenvatting

Multimedia zijn een combinatie van computergestuurde systemen of informatiedragers en programmatuur waardoor de mogelijkheid wordt geboden tot een interactieve benadering van teksten en stilstaande of bewegende beelden, al dan niet gecombineerd met geluid. De belangrijkste informatiedragers die bij multimedia worden toegepast, zijn de beeldplaat en de *compact disc*. Binnen de laatste categorie kan onderscheid worden gemaakt tussen CD-ROM en CD-I. Door gebruik van telematica ontstaan mogelijkheden om op afstand informatie te raadplegen. Een eenvoudig voorbeeld daarvan is Videotex. Een geavanceerdere toepassing is *World Wide Web*, dat - gebruik makend van het computernetwerk *Internet* - telematica combineert met multimediale mogelijkheden. Toepassingen in het onderwijs hebben zich tot nu toe voornamelijk gericht op de interactieve beeldplaat. Deze applicaties kunnen in het kort worden gekarakteriseerd als instructieve toepassingen, simulaties en databanken.

2 Naar een theoretische basis voor onderwijs met multimedia

Te vaak blijven de theoretische aspecten onderbelicht bij toepassingen van multimedia in het onderwijs. Duffy en Knuth (1990) zeggen daarover het volgende: "As we reflect on much of the writing about hypertext and hypermedia, we have come to recognize that in fact most of the thinking on hypermedia is instructionally atheoretical and technology based." (p. 200). Ook Spiro, Feltovitch, Jacobson en Coulson (1991) hebben kritiek op "the ad hoc character of many recent hypertext-based instructional programs, which have too often been driven by intuition and the power of the technology." (p. 24).

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan theoretische uitgangspunten die ten grondslag kunnen liggen aan het ontwerp en de toepassing van multimediale leeromgevingen. Daarbij zal allereerst worden ingegaan op theorievorming rond leren en zogenaamde krachtige leeromgevingen. Vervolgens wordt ingegaan op de discussie die zich in de literatuur heeft ontpoppen over de opzet van onderzoek naar educatieve toepassingen van multimedia en over de waarde van de resultaten daarvan. Daarna wordt een overzicht gepresenteerd van factoren die van belang zijn bij de invoering van multimediale leeromgevingen in het onderwijs en bij het leren in dergelijke leeromgevingen. Bij dat overzicht zal zowel aandacht worden besteed aan theoretische gezichtspunten als aan resultaten van onderzoek.

2.1 Theorievorming rond leren

Leren is een proces dat bestaat uit een georganiseerd geheel van doelgerichte denken en leeractiviteiten (Lodewijks, 1993). Dit proces leidt tot een relatief stabiele verandering in het gedrag van degene die leert of tot een relatief stabiele verandering in de mogelijkheden van de lerende om zich anders te gedragen (Boekaerts & Simons, 1993).

Er bestaan verschillende soorten van leren. Gardner (1991) hanteert een driedeling. Hij onderscheidt *intuitive learning*, *scholastic learning* en *disciplinary learning*. Lodewijks (1993) noemt dit respectievelijk het intuïtieve leren, het schoolse leren en het professionele of academische leren. Het intuïtieve leren wordt met name gesitueerd in de periode van nul tot zeven jaar. Vervolgens krijgt - in de periode waarin de

leerling onderwijs volgt - het schoolse (of traditionele) leren de overhand. Het professionele of academische leren is volgens Lodewijks niet aan leeftijd gebonden. Deze vorm van leren richt zich op volwaardig begrijpen en kenmerkt zich daardoor dat de opgedane kennis en vaardigheden ook in andere situaties kunnen worden toegepast, met andere woorden dat *transfer* optreedt. Dit wordt door Lodewijks als volwaardig leren aangeduid. Jonassen (1991a) geeft een andere indeling, die drie op elkaar volgende stadia van kennisverwerving omvat: het inleidende leren (*introductory learning*), de geavanceerde kennisverwerving (*advanced knowledge acquisition*) en de expertise. Hierbij gaat het niet zozeer om een leeftijdgebonden indeling, maar om een opeenvolging van stadia binnen een en hetzelfde vakgebied.

Over de manier waarop men leert en over de manier waarop leren kan worden bevorderd, zijn in de loop der tijd verschillende theorieën geformuleerd. Deze kunnen worden ingedeeld in *behavioristische theorieën* en *cognitieve theorieën*. Vanuit het behaviorisme wordt de nadruk gelegd op meetbare resultaten die het gevolg zijn van het leerproces en op de vraag hoe die resultaten kunnen worden verbeterd door instructie. Het leerproces zelf wordt niet bestudeerd, omdat dit volgens de aanhangers van deze theorie niet mogelijk is (Boekaerts & Simons, 1993; Thompson, Simonson & Hargrave, 1992). In de cognitieve leertheorieën wordt de aandacht gericht op het leerproces en op de vraag hoe instructie dat proces kan beïnvloeden. Uitgangspunt daarbij is, dat leren een actief proces is, waarbij informatie wordt opgenomen, georganiseerd, onthouden en gebruikt (Boekaerts & Simons, 1993; Thompson et al., 1992).

De opkomst van de instructietechnologie, in de vorm van geprogrammeerde instructie, was gebaseerd op behavioristische uitgangspunten (Jonassen, 1991b; Atkins, 1993). Jonassen (1991b) stelt dat de cognitieve theorieën gedurende de jaren tachtig terecht terrein hebben gewonnen in de instructietechnologie, maar dat hun invloed relatief klein is gebleven. Hij verklaart dit vanuit het verschil tussen objectivisme en constructivisme. Deze twee benaderingen van denken en leren kunnen worden gezien als uitersten op een continuüm. Het uitgangspunt van het objectivisme is dat er een gestructureerde werkelijkheid bestaat die op de lerende kan worden overgedragen (Jonassen, 1991b). Daarbij wordt ervan uitgegaan dat kennis onafhankelijk is van de geest en dat één van de manieren om kennis op een zo efficiënt mogelijke manier over te dragen, het weglaten van als niet relevant beschouwde inhoud en contexten is (Bednar, Cunningham, Duffy & Perry, 1991). Volgens Jonassen (1991b) is een groot deel van de cognitieve psychologie stevig verankerd in het objectivisme. Voor de instructietechnologie geldt volgens hem hetzelfde.

In het constructivisme staat de opvatting centraal dat de lerende een eigen werkelijkheid creëert (Bednar et al., 1991; Duffy & Jonassen, 1991; Jonassen, 1991b). Het leren wordt gezien als een actief, constructief proces, dat plaatsvindt doordat de leerling nieuwe informatie koppelt aan bestaande voorkennis. Zo ontstaat een interne, subjectieve, representatie van de werkelijkheid. Deze representatie is voor iedere leerling verschillend, omdat de voorkennis, die bestaat uit representaties van eerder opgedane indrukken, uniek is. Constructivisten gaan ervan uit dat het leren in een rijke context moet plaatsvinden, die aan de 'werkelijkheid' is ontleend. De laatste jaren is de aandacht in de leerpsychologie voor de constructivistische benadering toegenomen.

Het constructivisme wordt vaak in verband gebracht met toepassingen van *hypertext* en *hypermedia* (of multimedia). Volgens Duffy en Knuth (1990) ligt de kracht van multimedia in de mogelijkheid om een verrijkte leeromgeving (*enriched learning environment*) te creëren, die aansluit bij de complexe werkelijkheid en waarin de leerling het in de klas geleerde kan toepassen. Zo wordt actief leren bevorderd: "There is sufficient research to indicate that learning must be an active process; that the learner must work with the information and come to see it as relevant to his context. Hypermedia systems, with active authoring facilities, are ideally suited to support this active learning." (p. 212). Ook Simpson (1994) is van mening dat het gebruik van multimedia de leerling aanzet tot meer activiteit, waardoor het leren wordt bevorderd.

Binnen het constructivisme zijn drie, aan elkaar gerelateerde, benaderingen te onderscheiden: verankerde instructie (*anchored instruction*), situatiegebonden cognitie (*situated cognition*) en de cognitieve flexibiliteitstheorie (*cognitive flexibility theory*).

Volgens Bransford, Sherwood, Hasselbring, Kinzer en Williams (1990) moeten leerlingen leren om informatie te zien als gereedschap dat kan worden gebruikt bij het oplossen van problemen. In het onderwijs komt informatie echter te vaak over als een verzameling te leren feiten, zonder dat er aandacht wordt besteed aan de toepassingsmogelijkheden. Hierdoor wordt onderwijs minder effectief dan het zou kunnen zijn. De auteurs verwijzen naar diverse onderzoeken waaruit blijkt dat informatie die in de vorm van feiten wordt opgeslagen, in veel gevallen niet spontaan wordt gebruikt bij het oplossen van problemen. Daarom pleiten zij voor verankerde instructie (*anchored instruction*). Uitgangspunt hierbij is het werken met ankerpunten, in de vorm van problemen die moeten worden opgelost. Vervolgens worden de problemen in kwestie in een bredere context geplaatst, zodat leerlingen het geleerde kunnen toepassen. Boekaerts en Simons (1993) omschrijven verankerde instructie als instructie die kennis probeert te verankeren aan betekenisvolle contexten: "Na ervaren-

gen in verschillende contexten te hebben opgedaan kan de leerling via reflectie verschillen en overeenkomsten bepalen die kunnen leiden tot het formuleren van algemene principes. (...) Kennis wordt flexibel door concrete problemen en 'cases' vanuit verschillende perspectieven te bekijken." (p. 12). Ofschoon verankerde instructie niet onlosmakelijk verbonden is met het gebruik van computer en beeldplaat, wint deze vorm van instructie aan kracht door toepassing in combinatie met genoemde media (Bransford et al., 1990). De auteurs noemen drie voordelen van het werken met de beeldplaat. In de eerste plaats is volgens hen het informatiegehalte van ankerpunten die met behulp van video worden gepresenteerd, groter dan van punten die op papier worden voorgelegd. Het tweede voordeel hangt daarmee samen. Vaak vergemakkelijkt een visuele presentatie het begrip. In de derde plaats wordt het gebruik van video als voordeel gezien bij het conditionaliseren van kennis, dat wil zeggen het vastleggen van de condities waaronder bepaalde kennis moet worden opgeroepen (*conditionalized knowledge*).

Brown, Collins en Duguid (1989a) stellen dat leren sterk situatie- of contextgebonden is (*situated cognition*). Volgens hen vormt de activiteit waarin kennis wordt ontwikkeld, een integraal onderdeel van hetgeen wordt geleerd. Dit houdt in dat leren moet zijn ingebed in authentieke situaties. Om dit te bevorderen, stellen zij een benadering voor die zij *cognitive apprenticeship* noemen. Het gaat daarbij om een soort meester-gezel-relatie, ook wel 'cognitief leerlingchap' genoemd (Van der Hoeven-van Doornum & Simons, 1994), waarbij de docent strategieën aanreikt en de leerlingen zich vervolgens (cognitieve) vaardigheden eigen maken. Dit gebeurt door het zelf ontplooiën van activiteiten en door sociale interactie met de docent en met medeleerlingen. Het werken in groepen wordt van belang geacht, omdat leerlingen dan gezamenlijk problemen kunnen oplossen. Bovendien leren zij op deze manier om samen te werken. Multimedia kunnen een bijdrage leveren aan het overbruggen van de kloof tussen de school en de buitenwereld, doordat zij - met alle beperkingen die zij op dit moment nog kennen - de werkelijkheid tot op zekere hoogte kunnen simuleren (Harley, 1993). Verwachte toekomstige ontwikkelingen op het gebied van zogenaamde virtuele omgevingen zullen deze mogelijkheden aanzienlijk kunnen uitbreiden (Helsel, 1992).

Spiro en zijn medewerkers hebben, als antwoord op problemen die zijn geconstateerd bij het verwerven van geavanceerde kennis in slecht gestructureerde domeinen, hun theorie met betrekking tot cognitieve flexibiliteit ontwikkeld (*cognitive flexibility theory*) (Spiro & Jehng, 1990; Spiro et al., 1991). Zij definiëren cognitieve flexibiliteit als de vaardigheid om kennis spontaan aan te passen aan de eisen van de situatie waarin men die kennis gaat toepassen. Dit kan worden bereikt door oversimplificatie te vermijden en door tijdens het proces van kennisverwerving verschillende

invalshoeken te kiezen. Deze aanpak wordt *criss-crossing conceptual landscapes* genoemd. Spiro en Jehng (1990) zeggen daarover het volgende: "One learns by criss-crossing conceptual landscapes; *instruction* involves the provision of learning materials that channel multidimensional landscape explorations under the active initiative of the learner (as well as providing expert *guidance* and commentary to help the learner to derive maximum benefit from his or her explorations); and *knowledge representations* reflect the criss-crossing that occurred during learning." (p. 170). Traditionele, lineaire leermiddelen zijn volgens Spiro c.s. minder geschikt voor het verwerven van kennis op de door hen voorgestelde manier. Daarom pleiten zij voor niet-lineaire instructie, de zogenaamde *random access instruction*, met behulp van hypertext en hypermedia. Daardoor worden meer mogelijkheden geboden om dezelfde inhoud in verschillende contexten te benaderen.

Over de vraag welke domeinen zich lenen voor het vergaren van kennis volgens constructivistische uitgangspunten, wordt verschillend gedacht. Dit geldt ook voor degenen die tot representanten van het constructivisme worden gerekend. Zo zien Spiro et al. voor het vergaren van kennis in eenvoudige, goed gestructureerde gebieden, meer heil in een traditionele aanpak (Spiro & Jehng, 1990). Ook Jonassen (1991a) is van mening dat het inleidende leren waarschijnlijk het beste kan worden ondersteund door een benadering volgens objectivistische uitgangspunten, waarna bij de overgang naar geavanceerde kennisverwerving zou moeten worden overgeschakeld naar constructivistische leeromgevingen. De Cognition and Technology Group heeft daarentegen constructivistische leeromgevingen ontwikkeld die in het basisonderwijs worden ingezet. Daarbij geldt als uitgangspunt dat leerlingen eerst zelf moeten proberen de hun voorgelegde fenomenen te doorgronden, zodat zij beter in staat zijn de zin van de vervolgens gepresenteerde achterliggende theorieën te zien (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1991a; Pellegrino, 1994). Duffy en Knuth (1990) zijn van mening dat de door Spiro et al. voorgestane benadering zich niet hoeft te beperken tot geavanceerde kennis en slecht gestructureerde domeinen, maar dat zij voor alle niveaus van leren geschikt is. Anderen stellen echter dat een constructivistische aanpak niet voor alle leersituaties even bruikbaar is (Molenda, 1991; Reigeluth, 1991; Winn, 1991). Volgens Molenda (1991) propageren alleen 'extreme constructivisten' een dergelijke benadering voor alle vormen van leren. Winn (1991) brengt naar voren dat er kennis dient te zijn die als uitgangspunt dient voor de constructie van nieuwe kennis en die daarom expliciet moet worden onderwezen.

In de drie stromingen in het constructivisme die in het voorafgaande zijn beschreven, kunnen een aantal gemeenschappelijke opvattingen worden onderscheiden. Zo wordt er steeds van uitgegaan dat leren een actief proces is, waarbij aanwezige voorkennis

een belangrijke rol speelt. Ook wordt in al deze benaderingen gewezen op het belang van de rol van de context. De kans op het verwerven van daadwerkelijk toepasbare kennis wordt groter, naarmate het leren in verschillende, zo authentiek mogelijke, contexten heeft plaatsgevonden. Daarbij wordt de docent gezien als een expert die het proces van kennisconstructie bevordert, zonder zelf al te nadrukkelijk op de voorgrond te treden. In instructie volgens constructivistische uitgangspunten wordt vaak de voorkeur gegeven aan het werken in groepen (*collaborative learning*) boven het individuele leren (Resnick, 1987; Brown et al., 1989a; Cunningham, 1991; Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992a).

Perkins (1991a) maakt onderscheid tussen 'BIG-constructivisme' (*Beyond the Information Given*), waarbij het de bedoeling is dat de leerling kennis verwerft op basis van gegeven informatie en 'WIG-constructivisme' (*Without the Information Given*), waarbij de leerling zelf alle benodigde informatie moet vergaren. Laatstgenoemde aanpak staat ook bekend als onderzoekend leren of zelfontdekkend leren (*discovery learning*). Volgens Perkins dient een mengvorm van deze benaderingen te worden gehanteerd. Zonder 'WIG' zouden leerlingen niet aan het ontdekken en het construeren van ideeën toekomen, terwijl het onderwijs zonder 'BIG' erg inefficiënt en ineffectief zou worden. Ook andere auteurs wijzen erop dat een constructivistische benadering niet hetzelfde is als *discovery learning* (Bednar et al., 1991; Duffy & Bednar, 1991). Bij leren volgens constructivistische ideeën zou sprake zijn van meer begeleiding van de leerling dan bij zelfontdekkend leren.

2.2 Naar krachtige, multimediale leeromgevingen

Boekaerts en Simons (1993) definiëren een leeromgeving als de in de omgeving van de leerling getroffen maatregelen en condities die erop gericht zijn het leren te bevorderen. Het geven van onderwijs of instructie wordt daarbij opgevat als het creëren van passende leeromgevingen. De auteurs maken onderscheid tussen natuurlijke en onnatuurlijke leeromgevingen. Kenmerkend voor het schoolse leren is dat dit doorgaans plaatsvindt in een onnatuurlijke leeromgeving, zo stellen zij. Resnick (1987) signaleert vier hoofdpunten waarop de manier van leren op school afwijkt van de manier waarop men buiten de school functioneert:

- Het leren op school is doorgaans een individuele bezigheid, terwijl men buiten de school vaak moet samenwerken.
- Het gebruik van hulpmiddelen, zoals boeken en apparatuur, wordt op school beperkt en is tijdens toetsing meestal niet toegestaan. Buiten de school kan men wel gebruik maken van hulpmiddelen.

- Het leren op school is symboolgericht, terwijl het functioneren buiten de school contextgericht moet zijn.
- Op school leert men algemene kennis, terwijl men buiten de school over situatie-specifieke vaardigheden moet beschikken.

Duffy en Knuth (1990) concluderen het volgende ten aanzien van het leren op school: "Schooling fails when it teaches abstractions devoid of connections to the real world. The absence of such connections will result in 'school learning' that does not index real use and hence is not easily transferred to the nonschool environment." (p. 218). Uit recent onderzoek naar de mate waarin authentiek leren wordt bevorderd in de basisvorming (Franssen, Roelofs & Terwel, 1995) blijkt dat hiervan nog nauwelijks sprake is. Het onderzoek werd uitgevoerd bij drie scholen en had betrekking op de vakken Engels en wiskunde.

Om de bovengenoemde bezwaren tegen de 'schoolse aanpak' van leren te verminderen, is gezocht naar mogelijkheden om het leren beter te laten aansluiten bij de wereld buiten de school. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van zogenaamde 'krachtige leeromgevingen', waarin leerlingen worden aangezet tot het actief construeren van kennis. Daardoor wordt hun vermogen om zelfstandig te leren bevorderd, waardoor zij beter worden voorbereid op het functioneren in de maatschappij (De Jong & Smeets, 1993). Krachtige leeromgevingen spelen een belangrijke rol in de constructivistische benadering. Meestal wordt daarbij gebruik gemaakt van multimedia. Dit is echter niet per se noodzakelijk. Evenmin is het zo dat iedere multimediale leeromgeving als krachtig mag worden beschouwd.

Krachtige leeromgevingen onderscheiden zich op een aantal punten van traditionele leeromgevingen. Zo wordt doorgaans gestreefd naar het aanbieden van rijke contexten en zo authentiek mogelijke taken, waarbij leerlingen een probleem liefst vanuit verschillende invalshoeken dienen te benaderen (Duffy & Bednar, 1991). Bij het oplossen van problemen moeten zij gebruik kunnen maken van verschillende informatiebronnen (Wilson, 1995). Samenwerking en interactie spelen een wezenlijke rol (Dede, 1995). In dergelijke leeromgevingen is het reproduceren van kennis minder belangrijk dan het construeren van kennis (Jonassen, 1993; Resnick, 1989). De leerling heeft vaak een grote invloed op de uit te voeren activiteiten (Jonassen, 1993). De docent fungeert als expert die de leerlingen begeleidt (Duffy & Bednar, 1991).

Perkins (1991a) geeft een opsomming van vijf componenten die deel kunnen uitmaken van een leeromgeving:

- 1) *Information Banks*
- 2) *Symbol Pads*

- 3) *Construction Kits*
- 4) *Phenomenaria*
- 5) *Task Managers*

Information banks zijn informatiebronnen. In de klas zijn dat vooral teksten en de docent. Door toepassingen van informatietechnologie komen ook externe databanken binnen handbereik. *Symbol pads* zijn hulpmiddelen die worden gebruikt om tekens vast te leggen, zoals schrift, blocnote of computer. Onder *construction kits* verstaat Perkins onderdelen waarmee de leerling iets kan construeren. Het kan daarbij gaan om tastbare zaken, zoals bouwdozen of laboratoriumgerei, maar ook om meer abstracte dingen, zoals commando's in een programmeertaal, wiskundige vergelijkingen of wezens in een computersimulatie. *Phenomenaria* zijn onderdelen van leeromgevingen waarin fenomenen worden gepresenteerd aan leerlingen en waarin leerlingen deze kunnen onderzoeken en manipuleren. Als voorbeelden van klassieke 'phenomenaria' noemt Perkins het aquarium en terrarium. Daarnaast kan men denken aan natuur- en scheikundige proeven en computersimulaties. De *task managers*, tot slot, geven aan welke taken moeten worden uitgevoerd. Zij bieden sturing en geven informatie over het verloop van de uitvoering van de taken. De meest in het oog springende 'task manager' in de klas is de docent. Daarnaast kunnen ook teksten als zodanig dienst doen, in de vorm van schriftelijke instructies en oefeningen. Bovendien kan van de leerlingen worden verwacht dat zij zelf een rol spelen bij het in goede banen leiden van hun leerproces. Niet al deze aangegeven componenten zijn echter in elke leeromgeving aanwezig. De leeromgeving die typerend is voor veel onderwijssituaties in de klas, bestaat volgens Perkins uit *information banks*, *symbol pads* en *task managers*. Progressievere, rijkere (of krachtige) leeromgevingen maken volgens hem daarentegen veelal gebruik van *construction kits* en *phenomenaria*. In dergelijke omgevingen dragen de leerlingen zelf meer verantwoordelijkheid voor het leren. Door gebruik te maken van de mogelijkheden die informatietechnologie biedt, kunnen leeromgevingen volgens Perkins rijker worden gemaakt.

Uit onderzoek van Elen en Lowyck (1995) bij universitaire studenten komt een opmerkelijk resultaat ten aanzien van de 'task manager' naar voren. De geënquêteerde studenten zijn van mening dat de docent in de leeromgeving in het middelpunt staat. Deze wordt verantwoordelijk gehouden voor het op gang brengen en houden van het leren. Blijkbaar beschouwen de studenten zichzelf niet als actieve deelnemers aan het instructieproces als er een docent aanwezig is. Bij zelfstandig leren - buiten de instructiesituatie - kennen studenten zichzelf echter wel een actieve rol toe. Volgens de auteurs zou deze houding mogelijk anders kunnen worden verklaard vanuit eerdere ervaringen die de betrokkenen in instructiesituaties hebben opgedaan.

De Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991a, 1993a) geeft een overzicht van zeven regels (*design principles*), die ten grondslag liggen aan krachtige leeromgevingen die zij hebben ontwikkeld:

- 1) *Video-based presentation format*
- 2) *Narrative format*
- 3) *Generative learning format*
- 4) *Embedded data design*
- 5) *Problem complexity*
- 6) *Pairs of related adventures*
- 7) *Links across the curriculum*

Met *video-based presentation format* wordt aangeduid dat in de leeromgevingen gebruik wordt gemaakt van video. Volgens de auteurs is daarvoor gekozen omdat video een motiverende uitwerking heeft op de leerlingen en omdat door het gebruik van video complexere problemen kunnen worden overgebracht, aangezien leerlingen zich dan gemakkelijker een beeld kunnen vormen van de aangeboden informatie. Het gebruik van een *narrative format* houdt in dat de te presenteren informatie in een verhalende vorm wordt gegoten. Hierdoor kan de context winnen aan betekenis. De verhalen kennen een *generative learning format*, hetgeen inhoudt dat leerlingen zelf een oplossing voor het gestelde probleem moeten genereren. Volgens de ontwerpers is dat motiverender, waardoor de leerlingen actiever betrokken worden bij het leerproces. Het *embedded data design* is een opzet waarbij alle gegevens die men nodig heeft om het probleem op te lossen, in het verhaal zijn opgenomen, zonder expliciet te worden benadrukt. Het probleem in kwestie wordt pas aan het einde van de video gesteld. Vervolgens moeten leerlingen de in het verhaal ingebedde gegevens opsporen. Het aan de leerlingen voorleggen van complexe problemen (*problem complexity*) is volgens de auteurs noodzakelijk om leerlingen met complexiteit te leren omgaan. Indien leerlingen hetzelfde type probleem in verschillende contexten benaderen, wordt *transfer* bevorderd. Dit tracht men te bereiken door *pairs of related adventures*, oftewel met elkaar samenhangende avonturen, aan te bieden. De in de verhalen opgenomen informatie blijft niet beperkt tot één bepaald vak(gebied), maar biedt mogelijkheden om verbanden te leggen met andere schoolvakken (*links across the curriculum*).

Cates (1992) beschrijft vijftien regels die als uitgangspunt kunnen dienen bij het ontwerpen van multimediale onderwijs toepassingen. Park en Hannafin (1993) hebben op basis van onderzoeksresultaten twintig regels opgesteld die ontwerpers als leidraad kunnen hanteren. Madhumita en Kumar (1995) hebben eenentwintig richtlijnen afgeleid uit onderzoeksresultaten. Deze moeten volgens de auteurs leiden tot

effectieve leeromgevingen, zonder te kunnen worden aangemerkt als behorend tot een bepaalde stroming. Ook Cennamo (1993b) geeft een aantal tips die kunnen bijdragen aan het ontwerp van multimediale leeromgevingen.

2.3 De discussie over onderzoek en onderzoeksresultaten

Ofschoon er in de afgelopen jaren diverse multimediale toepassingen voor het onderwijs zijn ontwikkeld, is er relatief weinig literatuur beschikbaar waarin resultaten van onderzoek daarnaar worden gepresenteerd. Op grond van een in 1987 uitgevoerde analyse van de stand van zaken in de Verenigde Staten en Engeland (Cerych & Jallade, 1988) wordt de conclusie getrokken dat er behoefte is aan meer onderzoek en experimenten met betrekking tot het onderwijskundige gebruik van interactieve video. De auteurs zeggen dat dit met name geldt omdat interactieve video betrekking heeft op verschillende technologieën en verschillende leerconcepten. De daarop volgende jaren laten echter weinig ontwikkelingen op het gebied van onderzoek zien. In een studie van de stand van zaken rond multimedia in het onderwijs, stellen Moonen en Collis (1991) dat veel artikelen zich beperken tot een beschrijving van de mogelijkheden. Kozma (1991) zegt: "Little research (particularly process research) has been done on learning with multimedia environments, in part because most efforts in the field are focused on development and in part because the field is still evolving." (p. 199). De beschikbare literatuur heeft voornamelijk betrekking op het gebruik van interactieve video. Andere media zijn ondervertegenwoordigd. De onderzoeken die zijn uitgevoerd, zijn bovendien vaak beperkt qua omvang (Jih & Reeves, 1992; Atkins, 1993).

Naast de bovengenoemde beperkingen, heeft zich in de literatuur een discussie ontsponnen over de opzet van onderzoek naar educatieve toepassingen van multimedia en de waarde van de resultaten daarvan. In onderzoek naar de effecten van dergelijke toepassingen wordt vaak gebruik gemaakt van een onderzoeksopzet met experimentele groepen en controlegroepen. De experimentele groepen krijgen onderwijs waarbij multimedia worden ingezet, terwijl de controlegroepen met 'traditionele' media werken. Diverse auteurs (Clark, 1983; Bosco, 1986; Reeves, 1986) melden dat dergelijke onderzoeken geen duidelijke conclusie hebben opgeleverd met betrekking tot de invloed van multimedia op de leerresultaten. Clark en Sugrue (1990) stellen dat positieve effecten, voor zover deze in onderzoeken zijn gevonden, vaak moeten worden toegeschreven aan vertekening van de onderzoeksopzet (*confounding*). Daarvoor wijzen zij twee oorzaken aan: "According to Clark (1983), the most common sources of confounding in media research seem to be the uncontrolled effects of (a) instructional method or content differences between treatments that are compared,

and (b) a novelty effect for newer media, which tends to disappear over time." (p. 509). Om hun uitspraak dat een vergelijking tussen media vaak wordt vertroebeld door verschillen in de leerinhouden die aan respectievelijk de experimentele en de controlegroep worden aangeboden, te staven, verwijzen de auteurs naar een andere publikatie van Clark (1985), waarin wordt geconstateerd dat positieve effecten van bepaalde media min of meer verdwijnen indien dezelfde persoon het lesmateriaal voor de verschillende groepen produceert. Bosco en Wagner (1988) waarschuwen voor het *Hawthorne*-effect. Doordat de experimentele groep doorgaans wordt geconfronteerd met een nieuwe methode, en daardoor extra aandacht krijgt, terwijl de controlegroep volgens de traditionele aanpak werkt, kunnen de resultaten van de evaluatie worden vertekend ten gunste van de nieuwe methode.

Om de eerste oorzaak van vertekening uit te sluiten, moet er volgens Clark en Sugrue (1990) voor worden gezorgd dat bij vergelijkende studies alleen de toegepaste media verschillen, terwijl de inhoud en de onderwijsmethode gelijk zijn in de verschillende groepen. Roblyer, Castine en King (1988) signaleren dat uit een meta-analyse bleek dat grotere effecten kunnen worden verwacht indien de experimentele groep les krijgt van een andere docent dan de controlegroep. Daarom zal ook deze factor aandacht moeten krijgen bij het opzetten van evaluaties. Het tweede bezwaar tegen vergelijkende studies, het *novelty*-effect, kan volgens Clark en Sugrue worden verwaarloosd bij onderzoeken die betrekking hebben op een langere periode. Bij onderzoek naar computerondersteund onderwijs in het voortgezet onderwijs bleek dat het desbetreffende effect na acht weken nagenoeg was verdwenen (Clark & Sugrue, 1990). Naar alle waarschijnlijkheid verdwijnt daarmee tevens de eventuele vertekening door het *Hawthorne*-effect. Uit een meta-analyse die Kulik, Bangert en Williams (1983) hebben uitgevoerd op eenenvijftig evaluaties van computerondersteund onderwijs, blijkt dat studies die betrekking hadden op een periode van maximaal vier weken, de grootste effecten ten gunste van de experimentele groep lieten zien.

Reeves (1986) verwerpt het onderzoeksmodel met experimentele en controlegroep, dat hij "this 'horserace' model of research and evaluation" (p. 102) noemt. Hij is van mening dat onderzoek zich vooral moet richten op het leveren van informatie die van waarde is voor de makers van educatieve toepassingen. Daarom pleit hij voor het uitvoeren van onderzoek naar toepassingen van interactieve video in de vorm van formatieve evaluaties, waarbij een belangrijke rol is weggelegd voor systematische observatie (Reeves, 1990). Tevens propageert hij het werken met computermodellen om meer inzicht te krijgen in het instructieproces (Reeves, 1990, 1993). Naast formatieve evaluatie stelt hij ook het formatieve experiment voor als belangrijke component in het onderzoek naar het effect van multimedia in het onderwijs (Reeves,

1992). In het formatieve experiment vormen de te bereiken doelen het uitgangspunt. Het onderzoek moet uitwijzen op welke manier die doelen kunnen worden gerealiseerd.

Yildiz en Atkins (1993) noemen als grootste tekortkoming van veel onderzoek naar toepassingen van multimedia, dat de (impliciete) theorie met betrekking tot leren waarop de onderzochte toepassing is gebaseerd, buiten het bestek van de studie blijft. Atkins (1993) wijst op de problemen waarmee evaluatoren worden geconfronteerd indien zij zich willen richten op cognitieve processen bij de lerenden. Omdat deze processen niet direct in kaart kunnen worden gebracht, moet men zijn toevlucht nemen tot meer indirecte methoden, zoals het meten van taakgerichtheid en inschattingen van de leerlingen over de effecten van de toepassing in kwestie. Jonassen (1993) is van mening dat het moeilijk is onderzoek te doen naar effecten van leeromgevingen die samenwerkend leren, kennisconstructie en navigatie door de leerling moeten bevorderen. Ook Hannafin, Hall, Land en Hill (1994) zijn van mening dat onderzoek naar dergelijke open leeromgevingen nieuwe onderzoekstechnieken vereist. De leeromgevingen in kwestie moeten volgens hen leiden tot fundamenteel andere vormen van leren. Onderzoek naar effecten zou deze bedoelingen moeten weerspiegelen.

Gezien het bovenstaande kan men zich afvragen of het zin heeft met behulp van een (quasi-)experimenteel model onderzoek te doen naar leerresultaten die in multimediale leeromgevingen worden bereikt in vergelijking tot de resultaten in meer traditionele leeromgevingen. Toch is de vraag naar de leerresultaten doorgaans de eerste vraag die wordt gesteld bij de invoering van dergelijke innovaties in het onderwijs. Dat geldt voor de opdrachtgevers van evaluatie-onderzoek (Yildiz & Atkins, 1993), maar niet alleen voor hen. Ook schoolleiders en onderwijsgevendenden hechten belang aan informatie over het effect van vernieuwingen. Aangezien leerprestaties, uitgedrukt in toetsresultaten, in het algemeen worden beschouwd als de meest objectieve graadmeter voor de resultaten van onderwijs, ligt onderzoek daarnaar voor de hand, ondanks de bezwaren die daar in methodologisch opzicht wellicht tegen kunnen worden ingebracht.

2.4 Leren in multimediale leeromgevingen

Bij het leren in multimediale leeromgevingen zijn diverse factoren van belang. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen achtergrondvariabelen en (beoogde) effecten. Bovendien kunnen verschillende niveaus worden onderscheiden waarop deze variabelen van toepassing zijn: de school, de docent, de leeromgeving en de

leerling. In de volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van relevante variabelen en te verwachten effecten, zoals die uit theorievorming en/of resultaten van onderzoek naar voren zijn gekomen. De verschillende componenten zullen vervolgens worden gegroepeerd in een model dat richting kan geven aan onderzoek naar toepassingen van multimedia in het onderwijs.

Bij de beschrijving van onderzoeksresultaten zal de nadruk liggen op het gebruik van multimedia. In enkele gevallen worden echter tevens resultaten van onderzoek naar computerondersteund onderwijs (COO) aangehaald. De reden daarvoor is, dat er op het gebied van COO meer onderzoek is uitgevoerd dan op het gebied van educatieve toepassingen van multimedia. Daardoor zijn er bepaalde relevante aspecten die in het onderzoek naar multimedia nog onderbelicht zijn gebleven, maar waaraan in onderzoek naar COO wel aandacht is besteed. Ook komen in dit overzicht enkele onderzoeken aan de orde waarin vergelijkingen tussen verschillende media zijn gemaakt.

Gezien de grote diversiteit die de verschillende projecten kenmerkt, is het moeilijk om algemene uitspraken te doen over effecten van multimedia in het onderwijs en over variabelen die daarbij van belang zijn. Die diversiteit betreft niet alleen de opzet van de projecten en de inhoud van het aangeboden materiaal, maar ook de doelgroep, die varieert van leerlingen in het basisonderwijs tot volwassenen. Het onderstaande overzicht moet daarom worden gezien als een eerste schematisering. Er zal achtereenvolgens aandacht worden besteed aan de leeromgeving, de docent, de leerling en de school.

2.4.1 De leeromgeving

Leeromgevingen kunnen worden beschreven in termen van een aantal componenten waaruit zij zijn opgebouwd. In het model voor didactische analyse van Van Gelder wordt onderscheid gemaakt tussen doelstellingen, beginsituatie, leerstof, didactische werkvormen, leeractiviteiten, onderwijs- en leermiddelen en de bepaling van resultaten (Van Gelder, Peters, Oudkerk Pool & Sixma, 1971). Volgens Collins, Brown en Newman (1989) kan elke leeromgeving worden beschreven op basis van een indeling in vier dimensies: inhoud, methoden, volgorde en sociale context. Perkins (1991a) hanteert een indeling in vijf componenten, zoals beschreven in paragraaf 2.2.

Bij de hier volgende beschrijving van leeromgevingen en de achterliggende concepten, worden de volgende componenten onderscheiden:

- doelen
- leerparadigma's

- inhoud
- differentiatiemogelijkheden
- context
- media
- werkvormen
- groepeeringsvormen
- advisering en terugkoppeling
- evaluatie

Doelen

Onderwijsdoelen kunnen globaal worden gedefinieerd als "veranderingen in de eigenschappen en gedragvormen, die men door het onderwijs bij de leerlingen wil nastreven en bereiken" (De Corte, Geerligs, Lagerweij, Peters & Vandenberghe, 1976, p. 37). Een belangrijke doelstelling die in krachtige leeromgevingen wordt nagestreefd, is dat leerlingen leren om problemen op te lossen op de manier waarop experts dat doen (De Corte, 1990). De leeromgeving moet zodanig zijn ingericht, dat de leerlingen vaardigheid ontwikkelen in het omgaan met informatie (Cates, 1992).

Leerparadigma's

Interactieve toepassingen van multimedia kunnen leerlingen in staat stellen om tot op zekere hoogte invloed uit te oefenen op het verloop van het programma. Voorstanders daarvan stellen dat het onderwijsproces op die manier meer geïndividualiseerd wordt, dat leerlingen een groter verantwoordelijkheidsgevoel ten aanzien van het leren krijgen en dat het leerproces efficiënter kan worden (Hannafin & Colamaio, 1987). De mate waarin de leerling controle kan uitoefenen op het programma, hangt af van de manier waarop de navigatiemogelijkheden in dat programma zijn uitgewerkt. Deze uitwerking is afhankelijk van het (impliciet of expliciet) gekozen leerparadigma dat aan de toepassing ten grondslag ligt.

Uit het werk van MacDonald, Atkin, Jenkins en Kemmis (1977) komen drie leerparadigma's (*paradigms of learning*) naar voren die van belang zijn voor multimediale leeromgevingen:

- 1) Het instructieve paradigma
- 2) Het ontdekkende paradigma
- 3) Het onderzoekende paradigma

Deze paradigma's zijn later overgenomen door Watson (1987, 1992).

Binnen het *instructieve paradigma*, dat in de Engelse literatuur *instructional paradigm* wordt genoemd, wordt uitgegaan van opsplitsing van de leerstof in kleine op zichzelf staande delen. De gebruiker wordt door een duidelijk afgebakende, vooraf vaststaande, leerroute geleid. Dit paradigma ligt ten grondslag aan vormen van ge-programmeerde instructie, de zogenaamde *drill and practice*. Het tweede paradigma is het *revolutionary paradigm* (MacDonald et al., 1977) of *revelatory paradigm* (Watson, 1987). In het Nederlands noemt men dit het *ontdekkende paradigma* of spreekt men over ontdekkend leren (Van Beckum, 1991). Binnen dit paradigma wordt getracht een leeromgeving te creëren die de leerlingen aanzet tot het ontdekken van verbanden in de aangeboden informatie. Het is de bedoeling dat zij op deze manier meer inzicht verwerven in inhoud en theorie, naarmate zij verder in de applicatie vorderen. Computersimulaties zijn vaak gebaseerd op het ontdekkende paradigma. De bedoeling van het *onderzoekende paradigma* (*conjectural paradigm*) is dat de gebruiker zelf geformuleerde vragen gaat exploreren en testen op juistheid. In dit paradigma wordt een leeromgeving aangeboden waarin onderzoeksstrategieën kunnen worden toegepast. Het eindresultaat van dit onderzoekende leren is niet vastgelegd. Doorgaans is de leerweg zelf belangrijker dan het gevonden antwoord (Van Beckum, 1991).

De reeks die wordt gevormd door deze drie paradigma's (instructief ... ontdekkend ... onderzoekend) kan worden gezien als een soort continuüm. De vrijheid voor de leerling neemt toe, naarmate applicaties meer zijn toegesneden op het onderzoekende paradigma. De invloed van de leerling op het verloop van het programma wordt dan groter. Van Beckum (1991) noemt dit een opbouw van gesloten naar open leren en een verschuiving van leerinhouden naar leerprocessen. Toepassingen waaraan het ontdekkende of het onderzoekende paradigma ten grondslag liggen, passen beter in de opvattingen over krachtige leeromgevingen, zoals die met name door de constructivisten worden aangehangen. Deze manier van leren biedt meer mogelijkheden tot actieve kennisconstructie.

Naast deze drie paradigma's onderscheiden MacDonald c.s. en Watson nog een vierde paradigma, dat door Watson (1987) het *emancipatory paradigm* wordt genoemd. Daarbij wordt uitgegaan van een specifieke functie van multimedia, namelijk die van een soort gereedschapskist (*toolbox*). Watson is van mening dat dit paradigma van toepassing is op terreinen waar routinematige procedures moeten worden uitgevoerd die in hun herhaling geen educatieve relevantie meer bezitten. Multimedia kunnen daarbij worden ingezet om deze taken te vergemakkelijken. Dit paradigma neemt een andere plaats in dan de drie bovengenoemde paradigma's. Van Beckum (1991) ziet daarin eerder een instrumenteel dan een leertheoretisch paradigma. Taakverlichtende

toepassingen kunnen een onderdeel vormen van toepassingen in het kader van het instructieve, ontdekkende of onderzoekende paradigma.

Watson (1992) geeft aan dat de gehanteerde indeling weliswaar niet helemaal sluitend is, maar dat deze benadering toch de juiste weg aangeeft: "While the Macdonald/Kemmis framework is not totally adequate, as software can often fit into more than one paradigm and the emancipatory is not co-equal with the others, it does provide an approach which focuses clearly on the nature of the learning generated rather than one which depends upon the attributes of the computer itself as a classificatory mechanism." (p. 53).

Zoals in het voorafgaande is aangegeven, neemt de invloed van de leerling op het verloop van het programma toe, naarmate het onderzoekende leren meer wordt gestimuleerd. De leerling krijgt dus meer mogelijkheden tot navigatie. De resultaten van onderzoek naar leeromgevingen waarin leerlingen veel mogelijkheden tot navigeren krijgen aangereikt, zijn echter in het algemeen teleurstellend. Park (1991) wijst er op dat veel onderzoekers niet in staat zijn geweest een positieve invloed aan te tonen. Ross en Morrison (1989) stellen dat de resultaten van onderzoek op dit gebied inconsistent zijn, maar dat het daaruit voortkomende beeld vaker negatief dan positief is. Vooral slecht presterende leerlingen zouden onvoldoende in staat zijn om beslissingen te nemen over de voortgang van het programma. Ook Jonassen en Grabinger (1990) komen tot die conclusie: "Research has shown consistently that learners, when given control over instructional variables, do not make the best decisions. Those who need the most instructional support (underachievers) frequently select the least, and those who need the least (overachievers) frequently select the most." (p. 16). McNeil en Nelson (1991) concluderen naar aanleiding van hun meta-analyse met betrekking tot het gebruik van interactieve video (IV) dat "program-controlled IV appears to be more effective than learner-controlled IV" (p. 5). Hazen (1985) stelt dat de mate waarin de leerling invloed moet hebben op de voortgang van het programma afhankelijk is van leerlingkenmerken, de inhoud en de complexiteit van de leertaak. Volgens Borsook en Higginbotham-Wheat (1991) kan uit de beschikbare empirische gegevens worden afgeleid dat een hoge mate van controle door leerlingen over het verloop van het programma slechts voordeel biedt voor leerlingen die beschikken over enige voorkennis op het desbetreffende gebied of voor beter presterende leerlingen. Zij trekken de volgende conclusie: "It appears that for most learners, handing them over too much control is like giving them 'enough rope to hang themselves with.' We call this the *too-much-rope syndrome*." (p. 13).

Hannafin en Colamaio (1987) vergeleken drie varianten van een onderwijsprogramma met elkaar. In alle drie varianten werd gebruik gemaakt van een combinatie van

computer en video. Er werd gewerkt met een versie die lineair werd doorlopen, een versie waarbij het programma een vooraf uitgestippelde route volgde die afhankelijk was van de antwoorden van de student op vragen (*designer imposed*) en een versie waarbij de student zelf beslissingen kon nemen over het verloop van het programma (*learner selected*). Studenten die werkten met de lineaire versie bleken significant minder te presteren dan studenten die met een van de beide andere versies werkten. De verschillen tussen de condities *designer imposed* en *learner selected* waren niet significant. Daarbij moet echter worden aangetekend dat de verschillen tussen deze beide condities in de praktijk gering waren, aangezien het programma in de versie die de leerling de grootste vrijheid bood, suggesties deed over de te kiezen vervolgactie. Deze suggesties werden door nagenoeg alle studenten opgevolgd. Laurillard (1984) onderzocht bij een (kleine) groep studenten in hoeverre het mogelijk is om de student een grote mate van invloed op het verloop van het programma te geven. De bevindingen waren positief, maar het onderzoek leidde tevens tot de conclusie dat veel studenten graag advies krijgen over de te volgen leerroute en dat advies ook daadwerkelijk opvolgen.

Ondanks de nadelen van navigatie door de leerling, tonen velen zich voorstander van deze aanpak. Perkins (1991b) stelt: "Students are not likely to become autonomous thinkers and learners if they lack an opportunity to manage their own learning." (p. 20). Bovendien zijn er aanwijzingen dat navigatie door de leerling leidt tot een toename van nieuwsgierigheid en kritisch denken, een beter inzicht en een betere voorbereiding op (later) zelfstandig leren (Van der Hoeven-van Doornum & Simons, 1994). Lebow (1993) zegt ten nadele van het verrichte onderzoek dat in de meeste studies op dit terrein is gewerkt met onderwijsleersituaties die weinig persoonlijke relevantie voor de lerenden hadden en die evenmin aanzetten tot betekenisvol leren. Bovendien kan het begrip 'navigatie door de leerling' (*learner control*) niet worden opgevat als een uniform begrip. Het gaat om een breed scala aan strategieën die op verschillende manieren functioneren (Ross & Morrison, 1989).

Een van de kenmerken van de constructivistische aanpak is dat ernaar wordt gestreefd dat leerlingen metacognitieve vaardigheden verwerven (Cates, 1992; Honebein, Duffy & Fishman, 1993; Jonassen, Mayes & McAleese, 1993; Knuth & Cunningham, 1993; Simons, 1993). Dit houdt in dat zij zelf leren om hun leren richting te geven. Deze vaardigheden zijn nodig om goed te functioneren in buitenschoolse omgevingen. De leeromgeving moet hen ertoe aanzetten de verantwoordelijkheid voor het eigen leren op zich te nemen. Het lijkt er echter op dat het de voorkeur verdient het roer pas in een later stadium van kennisverwerving in handen van de leerling te geven. Zo concluderen Lowyck en Elen (1992) op grond van de resultaten van onderzoek dat beginners (*novices*) structuur nodig hebben bij het werken met

niet-lineaire informatie-omgevingen, zoals multimediale leeromgevingen kunnen worden gekarakteriseerd, terwijl experts juist zelf moeten kunnen beslissen welke informatie zij nodig hebben. Bij beginners bestaat het gevaar dat zij zonder sturing het spoor bijster raken in een niet-lineaire leeromgeving. Lowyck en Elen verwachten dat dit zal leiden tot "idle navigation and browsing, 'clicking around', getting lost in 'hyper-space' and focussing upon the most attractive animations." (p. 141). Vergelijkbare resultaten treden op bij de vergelijking tussen zwakkere en betere leerlingen (Borsook & Higginbotham-Wheat, 1991; Silva, 1992; Steinberg, 1989). Eerder gaf Hannafin (1984) al een overzicht van voorwaarden waaronder navigatie door de leerling een gunstige uitwerking kan hebben. Ook hij legde het verband met de vaardigheden van de leerlingen. Tevens wees hij op de positieve invloed van het geven van adviezen aan de leerlingen. Het positieve effect daarvan bleek onder meer uit onderzoek van Laurillard (1984) en Silva (1992). Ook leerstijlen zijn van belang bij de vraag in hoeverre de leerling in staat en bereid is om zelf de navigatie op zich te nemen (Burwell, 1991; Shute, 1993; Simons, 1993).

Lodewijks (1993) sluit zich aan bij de conclusie van Lowyck en Elen. Volgens hem wordt de leerling, naarmate het leerproces vordert, steeds beter in staat het eigen leren vorm, inhoud en richting te geven. Dit houdt in dat de leeromgeving zodanig moet zijn ingericht dat de verantwoordelijkheid voor het leren steeds meer naar de lerende zelf verschuift.

Inhoud

Qua inhoud moet een optimale leeromgeving zijn gericht op het verwerven van alle soorten kennis en vaardigheden die experts in een bepaald gebied toepassen (De Corte, 1990). Collins et al. (1989) onderscheiden vier categorieën van kennis waarover experts beschikken. Domeinkennis (*domain knowledge*) omvat conceptuele en feitelijke kennis en procedures met betrekking tot het vakgebied in kwestie. Heuristische strategieën (*heuristic strategies*) zijn technieken die kunnen worden toegepast om taken uit te voeren, terwijl de uitvoering van de taken wordt gecontroleerd met behulp van controlestrategieën (*control strategies*). Leerstrategieën (*learning strategies*) kunnen worden toegepast om zich een bepaalde inhoud eigen te maken. Een andere indeling van kennis gaat uit van een driedeling (Boekaerts & Simons, 1993). *Declaratieve kennis* omvat de feiten die men over het onderwerp in kwestie heeft geleerd. *Procedurele kennis* heeft betrekking op de manier waarop men een bepaald probleem moet oplossen. Op basis van *conditionele kennis* beslist de leerling in welke omstandigheden het geleerde moet worden toegepast. In een krachtige leeromgeving ligt de nadruk niet op declaratieve kennis, zoals in meer traditionele leer-

omgevingen het geval is, maar wordt ernaar gestreefd ook de beide andere vormen te ontwikkelen.

Differentiatiemogelijkheden

Relevante voorkennis speelt een zeer belangrijke rol bij het verwerven van nieuwe kennis (Park & Hannafin, 1993; Resnick, 1989). Nieuwe kennis krijgt meer betekenis indien deze kan worden gekoppeld aan bestaande kennis. Bij het ontwerpen van leeromgevingen moet rekening worden gehouden met verschillen in voorkennis. Informatie moet daarom worden opgebouwd in 'lagen', met verschillende niveaus van abstractie. Daardoor wordt het tevens mogelijk verschillende invalshoeken aan de leerlingen te bieden (Park & Hannafin, 1993). Ook Dick (1991) en Tobias (1991) onderstrepen het belang van voorkennis. Volgens hen blijft de rol daarvan in het constructivisme onderbelicht. Om goed te kunnen aansluiten bij de reeds aanwezige voorkennis, zijn differentiatiemogelijkheden van wezenlijk belang. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen differentiatie naar tempo, niveau en belangstelling (Van der Veen, 1984).

Mooij (1994, 1995a, 1995b) is van mening dat flexibilisering van het onderwijsaanbod noodzakelijk is om een betere aansluiting bij individuele verschillen tussen leerlingen mogelijk te maken. Daartoe stelt hij voor om te werken met zogenaamde 'leerstoflijnen'. Dit zijn bepaalde ordeningen van leerstof, naar moeilijkheidsgraad, in combinatie met verschillende werkvormen en taken, de (zelfstandige) registratie van vorderingen, de invoeging van proefwerken en verbindingen met andere leerstoflijnen, leerstof of activiteiten. Daarbij wordt de gehele school als leeromgeving benut en niet alleen de instructie in de klas. Bij een dergelijke flexibilisering kunnen ook multimedia een functie vervullen.

Context

Het streven naar het situeren van instructie in authentieke contexten is één van de belangrijkste uitgangspunten van de aanhangers van het constructivisme (Bransford et al., 1990; Brown et al., 1989a; Collins et al., 1989; Duffy & Knuth, 1990; Resnick, 1987; Spiro & Jehng, 1990). Het gebruik van authentieke contexten kan leiden tot meer *transfer*, zodat de verworven vaardigheden ook in andere situaties worden toegepast (Park & Hannafin, 1993). Volgens Honebein et al. (1993) moet men een leeromgeving zien in verhouding met de omgeving waarin het geleerde moet worden gebruikt. Is het halen van goede toetsscores bij voorbeeld een doel dat wordt nagestreefd, dan is het oefenen met toetsen volgens Honebein c.s. te beschouwen als authentieke activiteit. Gaat het om het functioneren van de leerling in buitenschoolse

situaties, dan moet de leeromgeving dergelijke situaties nabootsen. Ook Resnick (1989) wijst erop dat leren sterk gebonden is aan de situatie waarin het plaatsvindt. De leeromgeving moet de leerling voortdurend laten ervaren op welke manier en in welke situaties het geleerde kan worden toegepast (Lodewijks, 1993, 1994). De kans daarop wordt groter indien de situatie waarin wordt geleerd, realistisch is. Omdat dit op school echter niet altijd mogelijk is, moet volgens Lodewijks op zijn minst worden gestreefd naar het creëren van leeromgevingen die verwijzen naar realistische situaties. Het aansluiten bij authentieke situaties zou bovendien een positief effect op de motivatie van leerlingen hebben (Choi & Hannafin, 1995).

Cates (1992) raadt aan bij het ontwerpen van leeromgevingen de context te benadrukken in plaats van geïsoleerde feiten. De Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991a, 1993a) tracht de context aan betekenis te laten winnen door een presentatie in de vorm van verhalen. Simons (1993) waarschuwt voor het leggen van te veel nadruk op de context. Dit zou het gevaar inhouden dat het geleerde blijft gebonden aan één of enkele contexten, waardoor de toepassing ervan in andere situaties moeilijkerwijs uitblijft. Verschaffel (1995) stelt eveneens dat nieuwe kennis en vaardigheden niet (steeds) aan de context gebonden moeten blijven, maar dat zij moeten worden 'gedecontextualiseerd', waardoor zij meer algemeen toepasbaar worden. Om dit te bewerkstelligen zouden krachtige leeromgevingen op *transfer* gerichte instructie moeten bevatten, waardoor de binding met de oorspronkelijke context los wordt gelaten.

Volgens Collins et al. (1989) moeten leerlingen als experts leren denken. Een belangrijk kenmerk van de manier waarop experts te werk gaan, is de benadering van een probleem vanuit verschillende invalshoeken (Honebein et al., 1993). Om leerlingen met een dergelijke aanpak vertrouwd te maken, moeten leeromgevingen mogelijkheden bieden om informatie vanuit verschillende perspectieven te benaderen (Honebein et al., 1993; Knuth & Cunningham, 1993; Lodewijks, 1993; Park & Hannafin, 1993; Spiro & Jehng, 1990). Uit eerste resultaten van onderzoek naar de benadering die wordt voorgestaan door Spiro en zijn medewerkers (Jacobson & Spiro, 1995) komt naar voren dat er positieve effecten zijn op het gebied van de 'cognitieve vaardigheden van een hogere orde'. De onderzoekers vergeleken een zogenaamde *thematic criss-crossing hypertext*, waarbij de proefpersonen - universitaire studenten - verschillende invalshoeken konden kiezen, met een (controle)groep die werkte met een *minimal hypertext drill*, waarin het probleem op een meer rechtlijnige manier werd aangepakt. Laatstgenoemde groep bleek bij toetsing beter te zijn in het reproduceren van feitenkennis dan de experimentele groep, maar slechter in de vaardigheden van een hogere orde. De onderzoekers dragen als verklaring voor dit resultaat

aan dat de rechtlijnige benadering tot onvoldoende *transfer* naar nieuwe situaties leidt.

Media

In leeromgevingen wordt doorgaans gebruik gemaakt van meer dan één medium. Er is sprake van een zogenaamde *mediamix*. Wat de beste combinatie is, is afhankelijk van de leerdoelen, de doelgroep, de leerinhouden en de randvoorwaarden (Maas & Van der Toorn, 1992). Clark (1991, 1994) stelt dat het mogelijk is met zeer uiteenlopende media hetzelfde doel te bereiken. Of een bepaalde aanpak succesvol is, hangt volgens hem af van de instructiemethode en niet van het toegepaste medium. Een bekend citaat van hem op dit gebied luidt als volgt: "(...) media are mere vehicles that deliver instruction but do not influence student achievement more than the truck that delivers our groceries causes changes in our nutrition." (Clark, 1983, p. 445). Kozma (1991) hangt echter de opvatting aan dat karakteristieken van media wel degelijk van belang kunnen zijn: "Some students will learn a particular task regardless of the delivery device. Others will be able to take advantage of a particular medium's characteristics to help construct knowledge." (p. 205). Volgens Kozma (1994) is het de taak van de ontwikkelaars van toepassingen om gebruik te maken van specifieke karakteristieken van bepaalde media om het leren te bevorderen. Eerder stelde Laurillard (1987) al dat het gebruik van interactieve video - in verband met de hoge kosten - geen zin heeft indien daarbij geen gebruik wordt gemaakt van de specifieke voordelen die dit medium biedt ten opzichte van andere media. Lowyck (1995) wijst erop dat bij de vergelijking van media erg ruwe gehelen met elkaar worden vergeleken, waarbij geen aandacht wordt geschonken aan dieper liggende kenmerken, zoals de soort informatie (oftewel het symbolisch systeem). Het gaat er volgens Lowyck niet om wat het beste medium is, maar wat het beste medium is voor een specifieke leerinhoud en voor een bepaald type leerlingen. Morrison (1994) stelt, als reactie op de discussie tussen Clark en Kozma, dat men naar de effectiviteit van de gehele leeromgeving moet kijken in plaats van naar individuele componenten.

Salomon (1981, 1984) constateert naar aanleiding van een vergelijking tussen televisie en boeken als media om leerstof over te dragen, dat de mate waarin leerlingen zich inspannen om zich leerstof eigen te maken, samenhangt met de gepercipieerde moeilijkheidsgraad van het toegepaste medium. Leerlingen die de leerstof via de televisie aangeboden kregen, leverden een geringere inspanning en behaalden daardoor slechtere toetsresultaten dan leerlingen die gebruik maakten van een leerboek. In een replicatiestudie van dit onderzoek concludeerde Beentjes (1989) eveneens dat leerlingen zich over het geheel genomen mentaal meer inspannen als ze uit boeken

leren. De geleverde inspanning was in het onderzoek van Beentjes echter afhankelijk van het onderwerp in kwestie. Bij een aantal onderwerpen was er geen sprake van verschillen. Ook de inschatting van de leerlingen van het gemak waarmee men kan leren van televisie en uit boeken, bleek te variëren naar gelang het onderwerp waarover men zou moeten leren. Cennamo (1993a) deed onderzoek naar de gepercipieerde moeilijkheidsgraad van interactieve video, computers, televisie en boeken. Daaruit kwam interactieve video naar voren als het 'gemakkelijkste' medium, terwijl boeken als moeilijkste werden ervaren. In het onderzoek werden vier verschillende leerdomeinen onderscheiden: verbale informatie, intellectuele en psychomotorische vaardigheden en attitudes. Er bleek sprake van een interactie tussen de gepercipieerde moeilijkheidsgraad van de onderscheiden media en de onderscheiden vaardigheden. Interactieve video werd door de proefpersonen, studenten aan een lerarenopleiding, het meest geschikt geacht om zich verbale informatie eigen te maken. Ook op het gebied van de overige drie leerdomeinen werd interactieve video echter geschikter dan of even geschikt als de andere media geacht.

Dalton en Hannafin (1986) vergeleken een toepassing van lineaire video, interactieve video en computerondersteund onderwijs met elkaar. De groep die computerondersteund onderwijs had gevolgd, behaalde significant betere toetsresultaten dan de groep die gebruik had gemaakt van interactieve video. Het gebruik van lineaire video leidde tot de slechtste resultaten. De auteurs trokken daaruit de conclusie dat computerondersteund onderwijs de voorkeur geniet indien de extra mogelijkheden die interactieve video biedt, niet noodzakelijk zijn. Saga (1992) ontwikkelde op basis van een film over Japanse auteurs een toepassing op interactieve beeldplaat. Vervolgens werden de effecten van beide toepassingen onderzocht bij studenten en bij volwassenen. De (qua omvang beperkte) groep die met de film werd geconfronteerd, bleek bij de toetsing van feitenkennis meer vooruitgang te hebben geboekt dan de groep die met de beeldplaat had gewerkt. Op grond daarvan waarschuwt de auteur voor te hoge verwachtingen ten aanzien van het effect van multimedia. Ihne en Steidle (1995) vergeleken een multimediale leeromgeving voor het leren van Italiaanse woorden met respectievelijk COO en archiefkaarten bij studenten en bij leerlingen in het voortgezet onderwijs. In beide gevallen werden geen betere leerresultaten geboekt bij de inzet van multimedia. Daar staat tegenover dat in beide experimenten tijdwinst werd geboekt ten opzichte van het werken met COO of schriftelijk materiaal. Aarntzen (1994) deed onderzoek naar het gebruik van audio in interactieve courseware. Zij concludeert op basis van haar onderzoek naar leesvaardigheid bij leerlingen in de bovenbouw van de basisschool, dat zwakkere lezers gebaat zijn bij het tegelijkertijd lezen van en luisteren naar de tekst (de combinatie van visuele en auditieve tekst), terwijl betere lezers meer voordeel hebben als ze de tekst uitsluitend lezen (visuele tekst).

Werkvormen

Lowyck (1995) definieert didactische werkvormen als volgt: "Didactische werkvormen zijn relatief stabiele patronen van onderwijs- en leeractiviteiten, die in hun onderlinge samenhang gericht zijn op het bevorderen van beoogde leerprocessen en -resultaten." (p. 216).

De Corte et al. (1976) hanteren een driedeling, op basis van de interactie tussen de leerkracht en de leerlingen in relatie tot de leerinhoud:

- Voordrachtsvormen. De leerkracht biedt de leerinhoud aan en geeft leiding aan het onderwijsleerproces.
- Gespreksvormen. De leerkracht en de leerlingen communiceren met elkaar over de leerstof.
- Opdrachtsvormen. De leerlingen verrichten activiteiten, waarbij de leerkracht op indirecte wijze leiding geeft.

Lowyck (1995) maakt onderscheid tussen leraargestuurde werkvormen (doceren), werkvormen met gedeelde verantwoordelijkheid (zoals het onderwijsleergesprek en groepswerk) en leerlinggestuurde werkvormen (waarbij de leerling zelfstandig leert). De keuze van werkvormen is volgens Lowyck onder meer afhankelijk van de doelstellingen, de beoogde leerprocessen, kenmerken van de leerling, kenmerken van de docent en randvoorwaarden.

In krachtige leeromgevingen staan de leraargestuurde werkvormen, oftewel de voordrachtsvormen, niet op de voorgrond. Dergelijke leeromgevingen onderscheiden zich vooral door werkvormen waarbij de nadruk ligt op activiteit van de leerlingen.

Groeperingsvormen

Vaak wordt bij educatieve toepassingen van multimedia de voorkeur gegeven aan het in groepjes laten werken van leerlingen. Het voordeel daarvan is dat leerlingen met elkaar kunnen overleggen en daardoor tot een beter begrip kunnen komen van de gepresenteerde leerstof (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992b). Mellin (1987) doet verslag van een onderzoek naar het gebruik van interactieve video, waarbij drie verschillende groeperingsvormen werden toegepast. Eén groep leerlingen werkte klassikaal met interactieve video. Een tweede groep werkte in tweetallen, terwijl de derde groep individueel werkte. Als nadeel van klassikaal gebruik wordt genoemd het ontbreken van de mogelijkheid om rechtstreeks gebruik te maken van de beeldplaat. Bij individueel werken was die mogelijkheid er wel, maar hier ontbrak de mogelijkheid tot interactie, waaraan de leerlingen wel behoefte

leken te hebben. Daarom pleit de auteur voor het werken in tweetallen. De Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992a) constateert op grond van evaluatiestudies in het kader van de *Jasper Series* dat leerlingen die in groepen werken doorgaans vaker tot een oplossing van de aan hen voorgelegde problemen komen dan leerlingen die individueel werken. Volgens Brown en Palincsar (1989) leidt samenwerkend leren (*cooperative learning*) vaak tot significant betere resultaten. Slavin (1990) stelt dat uit onderzoek meestal een grotere mate van taakgerichtheid naar voren komt bij leerlingen die in groepen samenwerken dan bij leerlingen die individueel werken. Ook Klein en Pridemore (1992) deden onderzoek naar samenwerkend leren. Hun onderzoek had betrekking op universitaire studenten die een instructieve videoband bekeken en vervolgens opdrachten uitvoerden. De onderzoekers constateerden dat studenten die samenwerkten, meer tijd besteedden aan hun taken en meer tevreden waren dan studenten die individueel werkten. Uit dit onderzoek bleek bovendien dat het individueel laten werken van studenten met een sterke behoefte aan samenwerken, tot een negatieve invloed op de resultaten leidde. Niet alle leerlingen hebben echter behoefte aan samenwerking met andere leerlingen (Klein & Pridemore, 1992; Simons, 1993). Bovendien plaatst Pellegrino (1994) bij samenwerkend leren de kanttekening dat leerlingen ook de gelegenheid moeten krijgen om individueel te werken, omdat zij anders geen expertise als zelfstandige probleemoplossers kunnen opbouwen.

Uit onderzoek naar computerondersteund onderwijs komen ook andere nadelen van het werken in groepen naar voren. Salomon en Globerson (1989) geven twee voorbeelden van evaluaties van COO waarbij leerlingen die in groepjes werkten, minder goed presteerden dan leerlingen die individueel werkten. De auteurs noemen een aantal mogelijke oorzaken daarvan. Zo bestaat het gevaar dat minder getalenteerde leerlingen alle inspanningen overlaten aan groepsgenoten. Genoemde groepsgenoten kunnen daardoor gedemotiveerd raken en besluiten om zich minder in te spannen. Ook bestaat de kans dat leerlingen die een hoog aanzien genieten bij de anderen, de groep gaan domineren. De bevindingen van Atkins en Blissett (1992) sluiten daarbij aan. Zij constateren op grond van observaties van leerlingen die in groepen met interactieve beeldplaten werken, dat de dominante groepsleden af en toe een discussie over mogelijke varianten blokkeren omdat ze willen opschieten.

Constructivisten zijn doorgaans van mening dat de voordelen van groepswork overwegen. In dit verband wordt erop gewezen dat leerlingen door samenwerking beter in staat zijn verschillende gezichtspunten ten aanzien van het te bestuderen onderwerp te ontwikkelen (Bednar et al., 1991; Collins et al., 1989; Cunningham, 1991; Honebein et al., 1993; Knuth & Cunningham, 1993). Door groepswork zou tevens

het realiteitsgehalte van leeromgevingen worden verhoogd, aangezien in buitenschoolse situaties doorgaans sprake is van samenwerking (Resnick, 1987).

Advisering en terugkoppeling

Lodewijks (1993, 1994) stelt dat leeromgevingen systematisch het besef van eigen bekwaamheid bij de leerling moeten ontwikkelen. Daarom moet de leeromgeving voorzien in mogelijkheden voor de leerling om de vorderingen af te meten tegen (zelf bepaalde) normen. Park en Hannafin (1993) wijzen op het belang van terugkoppeling (*feedback*), waardoor het leren van relevante leerinhouden kan worden bevorderd. Terugkoppeling leidt in het algemeen tot betere prestaties (Atkins, 1993). Bovendien is zonder terugkoppeling geen interactie mogelijk (Borsook & Higginbotham-Wheat, 1991).

Vooraf in leeromgevingen waarin de leerling veel vrijheid krijgt om zelf te 'navigeren', blijkt een grote behoefte te bestaan aan adviezen over de te volgen leerroute. In een onderzoek dat is uitgevoerd door Shin, Schallert en Savenye (1994) bleek de hoogste waardering van de leerlingen uit te gaan naar het vrij navigeren ondersteund door adviezen, terwijl het vrij navigeren zonder adviezen de minste bijval oogstte. De variant waarin men beperkte vrijheid kreeg in het navigeren, scoorde qua waardering tussen deze beide uitersten. Zoals eerder vermeld, concludeerde ook Laurillard (1984) dat veel studenten graag advies krijgen over de te volgen leerroute en dat zij dat advies ook daadwerkelijk opvolgen.

De advisering hoeft niet alleen in het multimediale onderwijsprogramma te zijn ingebouwd. Ook de docent kan op dit punt een belangrijke functie vervullen. Collins et al. (1989) noemen drie methoden die kunnen worden aangewend om leerlingen te ondersteunen: *modeling*, *coaching* en *scaffolding*. Bij *modeling* laat de docent aan de leerling zien hoe een bepaalde taak wordt uitgevoerd. Bij *coaching* geeft de docent aanwijzingen en terugkoppeling aan de leerling, terwijl *scaffolding* het rechtstreeks helpen van de leerling tijdens het uitvoeren van de taak aanduidt. Naarmate de leerling meer vaardigheid ontwikkelt, kan deze vorm van ondersteuning geleidelijk worden afgebouwd (*fading*).

Evaluatie

Zowel de leerling als de docent dienen na het doorlopen van de leerstof zicht te krijgen op de gemaakte vorderingen. Daarom vormt ook *evaluatie* een belangrijk punt waarin een leeromgeving behoort te voorzien. In de constructivistische theorieën blijft dit punt echter doorgaans onderbelicht. Jonassen (1991a) stelt dat de

evaluatie van de leervorderingen waarschijnlijk het grootste probleem is in constructivistische leeromgevingen. Vanuit de meest extreme kant van het constructivisme geredeneerd, waarbij het uitgangspunt is dat er geen objectieve werkelijkheid bestaat waarvan de lerenden zich een beeld kunnen vormen, is evaluatie niet mogelijk. Een iets minder radicale benadering houdt in dat de werkelijkheid op verschillende manieren wordt geïnterpreteerd, zodat bij evaluatie moet worden gerekend op een grotere variëteit aan 'juiste' antwoorden. Volgens Jonassen dient bij evaluatie van leren in constructivistische leeromgevingen het proces van kennisverwerving centraal te staan. Door evaluatiemomenten te integreren in de leeromgeving moeten zowel de leerling als de docent de bereikte vorderingen kunnen bijhouden. Daarbij geldt niet alleen voor het leren, maar ook voor de evaluatie dat deze moet plaatsvinden in rijke en complexe contexten. Bovendien moet, zoals reeds aangegeven, worden uitgegaan van een groter domein aan mogelijke oplossingen van een vraagstuk dan bij op objectivistische leest geschoeide evaluatie het geval is. Overigens houdt dit niet in dat alle door leerlingen gegeven antwoorden in een dergelijke leeromgeving evenveel waarde hebben (Lebow, 1993). Bednar et al. (1991) wijzen erop dat evaluatie betrekking moet hebben op het denkproces, maar dat dit niet wil zeggen dat de evaluatie moet worden losgekoppeld van de inhoud.

2.4.2 De docent

Ook de docent maakt deel uit van de leeromgeving. Bovendien kan hij of zij vorm geven aan de leeromgeving. Bij de invoering van multimediale leeromgevingen in het onderwijs speelt de docent tevens een belangrijke rol bij de implementatie van die leeromgevingen in de instructiesituatie. Bij de houding ten aanzien van en het functioneren in de leeromgeving, zijn verschillende docentkenmerken van belang:

- vernieuwingsbereidheid
- opvattingen over leren
- expertise
- doceerstijl
- taakbeleving

Door de toepassing van multimediale leeromgevingen kunnen deze kenmerken tevens worden beïnvloed.

Vernieuwingsbereidheid

Volgens Vlas en Doornekamp (1993) laten docenten zich bij het al dan niet gebruiken van de computer in het onderwijs vooral leiden door de volgende aspecten en overwegingen:

- hun interesse voor de innovatie en de motivatie om daaraan deel te nemen;
- persoonlijke kennis, vaardigheden en ervaring op computergebied;
- duidelijkheid over de doelen van de innovatie en de rol van de docent in het proces;
- tijd die de docent voor de innovatie beschikbaar heeft c.q. die ter beschikking wordt gesteld en de (organisatorische) mogelijkheden om te experimenteren met computergebruik en om bijscholing te volgen;
- de door de docent gepercipieerde praktische bruikbaarheid van de innovatie op basis van de ingeschatte 'kosten' in relatie tot de ingeschatte 'baten'.

Omdat het proces van invoering van multimedia in grote lijnen vergelijkbaar is met dat van de invoering van computers, kan worden verondersteld dat bovenstaande factoren ook daar een rol zullen spelen. De kans dat multimediale educatieve toepassingen daadwerkelijk in het onderwijs worden toegepast, is groter naarmate zij inhoudelijk beter aansluiten bij het curriculum (Cates, 1992).

Opvattingen over leren

Duffy en Jonassen (1991) wijzen op de mogelijkheid dat docenten leeromgevingen aan hun eigen theoretische opvattingen aanpassen, waardoor niet altijd recht wordt gedaan aan de uitgangspunten die bij het ontwerpen van het onderwijsleermateriaal zijn gehanteerd. Er is echter weinig bekend over de opvattingen van docenten over kennisverwerving door leerlingen. Uit recent onderzoek (Hannafin & Freeman, 1995) blijkt dat ervaren docenten minder vertrouwen hebben in de vaardigheden van leerlingen om hun eigen leren te sturen, dan onervaren docenten. Dit zou ertoe kunnen leiden dat ervaren docenten minder geporteerd zijn voor het inzetten van leeromgevingen die zijn gericht op actieve kennisconstructie door leerlingen.

Expertise

Fosnot (1992) noemt de docent de sleutelpersoon in de leeromgeving. Een goede docent kan ook met eenvoudig materiaal een stimulerende les verzorgen. Daar staat tegenover dat zelfs de op de beste wijze opgezette onderwijsleermiddelen niet tot hun recht komen indien de docent deze niet op de juiste manier toepast. De mate waarin de docent expertise heeft opgebouwd, speelt hier een belangrijke rol. Volgens

Van Beckum (1989) zijn in computerondersteunde leersituaties onder meer de ervaring van de docent met flexibele werkvormen en de vaardigheid in het omgaan met apparatuur en programmatuur van belang.

Doceerstijl

Het gebruik van multimediale leeromgevingen vereist een bepaalde doceerstijl van de docent. De docent moet zich anders opstellen tegenover de leerling en het leerproces dan in een traditionele onderwijssituatie het geval is. Latchem et al. (1993) karakteriseren de veranderingen als volgt: "Teachers will need to move from providing face-to-face teaching and text-based learning to facilitating individualized, interactive, media-based learning, and learners will need to be empowered to accept far greater responsibility for their own learning." (p. 28). Overigens geldt dit in mindere mate indien klassikaal gebruik wordt gemaakt van één apparaat, dat door de docent wordt bediend. In een krachtige leeromgeving blijft de docent weliswaar een belangrijke schakel in het proces van kennisverwerving door de leerling, maar in plaats van de centrale persoon die informatie verstrekt, dient hij of zij meer de begeleider te worden van leerlingen die zelf op zoek zijn naar informatie. Daarbij moet de aan de leerlingen geboden ondersteuning voldoende zijn, zonder dat de docent al te sturend is. In dit verband wordt gesproken van *teacher guided discovery* (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990, 1993b). Hierbij kunnen de door Collins c.s. (1989) genoemde vormen van ondersteuning - *modeling*, *coaching* en *scaffolding* - worden toegepast (De Corte, 1990)(zie paragraaf 2.4.1). Verschaffel (1995) noemt met name de systematische, maar geleidelijke overdracht door de leerkracht van verantwoordelijkheid en sturing, een wezenlijk kenmerk van krachtige leeromgevingen. Hij signaleert daarbij het probleem dat deze werkwijze erg arbeidsintensief is en hoge eisen aan de leraar stelt. Daarbij treedt volgens Perkins (1991b) het probleem op dat niet alle leraren voldoende vaardig zijn op dit punt.

Mellin (1987) vond in een onderzoek naar het gebruik van interactieve video inderdaad dat de docenten een verschuiving naar een meer begeleidende rol constateerden. Daarbij plaatste de auteur echter de kanttekening dat in het onderwijsproces nog weinig te merken was van die veranderende rol. De docenten in kwestie hielden in belangrijke mate de controle over de voortgang van de les in eigen hand. Volgens de onderzoeker kan het feit dat er onvoldoende aandacht aan de scholing van de docenten was besteed, daarbij een rol hebben gespeeld. In een evaluatie-onderzoek naar het gebruik van Videotex in het aardrijkskunde-onderwijs (Habracken, 1990a) concludeerden docenten dat zij in de klas een minder actieve rol hadden gekregen en meer procesbewaker en begeleider waren geworden.

Taakbeleving

Mashiter (1989) signaleert dat het gebruik van omvangrijke databestanden in de klas door leraren als een bedreiging kan worden gezien. In traditionele onderwijssituaties beschikt de docent over de benodigde kennis en bepaalt hij of zij op welke momenten en in welke hoeveelheden deze kennis aan de leerlingen wordt overgedragen. Bij krachtige multimediale leeromgevingen kan de onderwijsgevende het overzicht verliezen over de informatie die leerlingen vergaren. Het is meestal ondoenlijk van tevoren alle mogelijke leerwegen te verkennen (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1993b). Hannafin en Savenye (1993) stellen: "The teacher is at times the learner and explorer along with the students, not the all-knowing controller of activities." (p. 28). In het *GEONLINE*-project ervoeren de docenten bovendien een groeiende onzekerheid met betrekking tot de effectiviteit van het onderwijsleerproces (Habraken, 1990a).

Ondanks de (gewenste) veranderingen in hun rol, blijkt uit onderzoek dat het werken met multimedia doorgaans positief wordt gewaardeerd door docenten. Zo signaleert Mellin (1987) naar aanleiding van een onderzoek dat docenten het gebruik van de beeldplaat waarderen. In het verslag van de evaluatie van het *GEONLINE*-project (Habraken, 1990a) wordt gesteld dat deelname aan het project een duidelijk positief effect heeft gehad op de attitude van de deelnemende leerkrachten ten aanzien van het gebruik van nieuwe media in het vakonderwijs.

2.4.3 De leerling

Ook op het niveau van de leerling kan een aantal mogelijke effecten van het leren in een multimediale leeromgeving worden onderscheiden, evenals een aantal achtergrondvariabelen dat volgens onderzoeksgegevens van invloed kan zijn op de te bereiken effecten. Het gaat om de volgende achtergrondvariabelen:

- voorkennis
- ervaring met computergebruik/multimedia
- geslacht
- leeftijd
- intelligentie/leervermogen
- leerstijl
- attitudes

De te bereiken effecten hebben betrekking op:

- taakgerichtheid en geïnvesteerde tijd
- interactie
- motivatie
- leerprestaties
- probleemoplossende vaardigheden

In het volgende overzicht worden allereerst de achtergrondvariabelen verder uitgewerkt.

Voorkennis

Voorkennis kan het leren vergemakkelijken. Een aanzienlijk deel van de verschillen tussen leerlingen in leerprestaties kan worden toegeschreven aan verschillen in voorkennis (Simons, 1995). Ook uit onderzoek naar het gebruik van de computer en het gebruik van multimedia in het onderwijs blijkt het belang van voorkennis. Yildiz en Atkins (1993) evalueerden een toepassing van interactieve video in het voortgezet onderwijs waarbij het proces van het opwekken van elektriciteit in een centrale werd gesimuleerd. De leeromgeving was weinig gestructureerd van opzet. Voorkennis bleek significant samen te hangen met de leervorderingen, in die zin dat leerlingen met weinig voorkennis weinig vooruitgang boekten. Mooij (1990a, 1990b) vond een samenhang tussen voorkennis en leervorderingen bij de oefening van aanvankelijk lezen in het basisonderwijs. In dat onderzoek werd het gebruik van computerprogramma's als additionele leermiddelen bij een methode voor leesonderwijs vergeleken met het gebruik van andere additionele leermiddelen bij die methode. Uit de analyses bleek dat leerlingen die op de voormeting ofwel laag ofwel hoog presteerden, significant meer baat hadden bij het werken met de computerprogramma's dan bij het gebruik van de andere additionele leermiddelen. Bij de groep die een min of meer gemiddelde score op de voormeting behaalde, kwam geen significant verschil tussen de experimentele en controlegroep naar voren. Mooij voert als mogelijke verklaring van deze resultaten aan dat de zwakkere leerlingen door de computerprogramma's werden ondersteund, terwijl de betere leerlingen meer gelegenheid kregen om zelfstandig te werken aan hun leesontwikkeling.

Shin, Schallert en Savenye (1994) zochten naar een samenhang tussen navigatie door de leerling, adviezen en voorkennis enerzijds en leerresultaten anderzijds bij basisschoolleerlingen die werkten met hypertext. Uit hun onderzoek bleek dat leerlingen die over veel voorkennis beschikten, zowel goed functioneerden in de leeromgeving waarin zij zelf konden navigeren als in de leeromgeving waarin slechts beperkte navigatiemogelijkheden beschikbaar waren. Leerlingen met weinig voorkennis be-

haalden echter betere resultaten in de laatstgenoemde situatie. Ook Steinberg (1989) trok op basis van een literatuurstudie onder meer de conclusie dat leerlingen met weinig voorkennis op een bepaald terrein meer profijt hebben van sturing door het programma.

Ervaring met het gebruik van computers/multimedia

Busch (1995) constateert op basis van de resultaten van onderzoek dat ervaring met computergebruik en aanmoediging door vrienden de belangrijkste voorspellers vormen van attitudes ten aanzien van dat apparaat. Tevens concludeert hij dat de ervaring met computergebruik de belangrijkste voorspeller is van de inschatting van de eigen bekwaamheid in het omgaan met computers. Voor het gebruik van multimedia mag worden verwacht dat hetzelfde geldt.

Geslacht

Onderzoeksresultaten met betrekking tot sekseverschillen in computergebruik hebben doorgaans betrekking op attitudes ten aanzien van het werken met de computer en op de inschatting van de eigen bekwaamheid op dat gebied. Uit talloze onderzoeken blijkt dat meisjes een negatievere attitude ten aanzien van het werken met computers hebben dan jongens. Ook schatten meisjes hun vaardigheid in het omgaan met de computer vaak lager in dan jongens (Shashaani, 1994; Volman, 1994). Weliswaar is niet altijd sprake van een negatievere attitude van meisjes ten opzichte van het werken met de computer (Volman, 1994), maar volgens Sutton (1991) is in geen enkel onderzoek een positievere attitude bij meisjes geconstateerd dan bij jongens. Voor een deel lijken de gevonden verschillen te kunnen worden verklaard doordat meisjes minder ervaring hebben met computers. Het is echter ook mogelijk dat meisjes minder ervaring met computers hebben doordat zij al eerder over een negatievere attitude beschikten (Shashaani, 1994). Volgens haar hebben de gevonden verschillen te maken met de opvoeding. Ook kan een mogelijke verklaring worden gezocht in biologische factoren, zoals dat ook wel wordt gedaan bij de verklaring van de verschillen tussen jongens en meisjes in belangstelling voor exacte vakken. Daar kunnen echter verschillende bezwaren tegen worden ingebracht (Dekkers, in druk).

Ook de aard van de toepassing lijkt een rol te spelen bij de attitude (Volman, 1994) en de inschatting van de eigen bekwaamheid (Busch, 1995). Zo zouden meisjes meer belangstelling hebben voor toepassingen zoals tekstverwerking, terwijl jongens meer zouden zijn gericht op programmeren en computerspelletjes. Uit onderzoek van Shashaani (1994) bij scholieren in het voortgezet onderwijs bleken verschillen in attitude te verdwijnen naarmate men langer met computers werkte. De negatievere inschat-

ting van de eigen bekwaamheid door meisjes bleef echter bestaan. Uit het onderzoek van Volman (1994) naar informatiekunde-onderwijs, bleek juist dat de verschillen in attitude tussen jongens en meisjes na afloop van de desbetreffende cursussen groter waren geworden. Zoals eerder vermeld, constateerde Busch (1995) dat ervaring met computergebruik de belangrijkste voorspeller van de inschatting van de eigen bekwaamheid is. Hij voegt daar echter aan toe dat bij de inschatting van de eigen bekwaamheid ten aanzien van complexe taken daarnaast het geslacht een wezenlijke rol speelt. Er zijn aanwijzingen dat het stimuleren van samenwerkend leren in plaats van onderlinge competitie kan bijdragen aan het verkleinen van verschillen in de houding van jongens en meisjes ten aanzien van computergebruik (Brown, 1995; Pryor, 1995).

Onderzoek van Krendl en Broihier (1992) laat zien dat meisjes de invloed van de computer op hun leerresultaten significant lager inschatten dan jongens. Op het gebied van de leervorderingen bij het werken met multimediale toepassingen, zijn de verschillen tussen jongens en meisjes echter te verwaarlozen, zoals uit verschillende onderzoeken blijkt. In een onderzoek van Yildiz en Atkins (1993), waarbij leerlingen in het voortgezet onderwijs werkten met interactieve video in een weinig gestructureerde leeromgeving, bleek sekse geen samenhang van betekenis te vertonen met de geregistreerde leervorderingen. Arnone, Grabowski en Rynd (1994) kwamen tot dezelfde conclusie, op basis van een studie naar een toepassing van interactieve video in het basisonderwijs. Verhagen (1992) vond evenmin een wezenlijke samenhang tussen sekse en toetsresultaten in zijn onderzoek bij universitaire studenten naar de meest wenselijke lengte van videosegmenten.

Leeftijd

Uit onderzoek van Krendl en Broihier (1992) komt een samenhang tussen leeftijd en de attitude ten aanzien van het werken met computers naar voren. Jongere leerlingen spreidden een significant positievere houding ten toon dan oudere leerlingen. Bovendien schatten oudere leerlingen de invloed van de computer op hun leerresultaten significant lager in dan jongere leerlingen, zo blijkt uit hetzelfde onderzoek. Uit onderzoek van Preston (1995) komt naar voren dat leerlingen het gebruik van computers meer gaan beschouwen als een mannelijke bezigheid, naarmate zij ouder zijn.

Intelligentie/leervermogen

Intelligentie hangt sterk samen met leerprestaties, maar minder sterk dan voorkennis (Simons, 1995). Een begrip dat daarmee in verband kan worden gebracht, is het leervermogen. Het leervermogen wordt gedefinieerd als het vermogen om de leer-

functies zelfstandig uit te voeren. De leerfuncties kunnen worden ingedeeld in voorbereidingsfuncties, verwerkingsfuncties en regulatiefuncties. Dit houdt in dat een leerling met veel leervermogen in staat is het eigen leren goed voor te bereiden, de benodigde leeractiviteiten uit te voeren en het leren adequaat te sturen (Simons, 1995). In dit opzicht lijken ook metacognitieve vaardigheden van belang. Dat zijn vaardigheden die het nemen van beslissingen over het eigen leren betreffen. Algemeen wordt aangenomen dat leerlingen beter in staat zijn om hun eigen leerproces te sturen indien zij over meer metacognitieve vaardigheden beschikken (Simons, 1995).

Het bovenstaande leidt tot de veronderstelling dat een grotere mate van intelligentie, leervermogen en metacognitieve vaardigheden leerlingen beter in staat stelt om actief te leren in multimediale leeromgevingen met een open karakter, dus met veel mogelijkheden voor de leerlingen om in de leeromgeving te navigeren. Zo stellen Borsook en Higginbotham-Wheat (1991) dat het in belangrijke mate in handen van de leerlingen geven van de navigatie in het programma alleen bij de betere leerlingen resultaat heeft. De conclusies van Silva (1992) nuanceren dit beeld echter. Hij deed onderzoek met behulp van een programma dat het bezoek aan een museum simuleerde. Er waren vier manieren waarop men zich door het museum kon bewegen: *sequential visit (with guide)*, *free without plan*, *free with plan* en *free with interactive plan*. Uit het onderzoek bleek dat *free with interactive plan* altijd de beste (leer)resultaten opleverde en *free without plan* altijd de slechtste. Zwakkere studenten bleken vooral voordeel te halen uit de *sequential visit*, terwijl betere studenten de beste resultaten behaalden als ze de *free with interactive plan*-conditie doorliepen.

Leerstijl

In verschillende onderzoeken is aandacht besteed aan leerstijlen. Leerstijlen uiten zich in voorkeuren voor bepaalde combinaties van leeractiviteiten (Simons, 1995). Een probleem daarbij is, dat het begrip 'leerstijl' niet eenduidig is geoperationaliiseerd, omdat daarvan vele interpretaties bestaan (Jih & Reeves, 1992; Simons, 1995). Een voorbeeld is de indeling in vier 'brede leerstijlen' die Vermunt (1992) vond bij studenten van de Open Universiteit: betekenisgericht, reproductiegericht, toepassingsgericht en ongericht. Deze leerstijlen blijken ook voor te komen bij leerlingen in het voortgezet onderwijs (Simons, 1995). Volgens Jih en Reeves (1992) zijn individuele verschillen in leerstijlen, naast verschillen in voorkennis, van invloed op de manier waarop leerlingen omgaan met interactieve leeromgevingen, maar bestaat er nog onvoldoende inzicht in de aard daarvan.

Burwell (1991) onderzocht de samenhang tussen leerstijlen en controle door de leerling over het verloop van het programma enerzijds en leerprestaties anderzijds in

een leeromgeving waarbij gebruik werd gemaakt van interactieve video. Uit het onderzoek bleek - in tegenstelling tot de verwachting - dat veldafhankelijke leerlingen beter presteerden als zij zelf konden navigeren en tevens advies kregen over de te kiezen opties, terwijl veldonafhankelijke leerlingen beter presteerden als het programma de navigatie overnam. Verhagen (1992) vond daarentegen geen samenhang van betekenis tussen veldafhankelijkheid enerzijds en de gemiddelde zelfgekozen lengten van videosegmenten en de toetsresultaten anderzijds.

Esichaikul, Smith en Madey (1994) deden onderzoek bij een (kleine) groep universitaire studenten naar de samenhang tussen leerstijlen en probleemoplossen in een multimediale leeromgeving. Zij vonden inderdaad een significant verband. Leerstijlen die met een voorkeur voor concrete ervaringen en een minder grote vaardigheid in het ontwikkelen van abstracte mentale modellen gepaard gingen, leidden in de toegepaste leeromgeving tot minder goede resultaten. Ook De Jong (1994) vond een samenhang tussen leerstijlen en de manier van werken in een multimediale leeromgeving. Hij liet (een klein aantal) studenten van een lerarenopleiding werken met de combinatie van hypertext en interactieve beeldplaat. Zijn belangrijkste conclusie was dat studenten in een op de constructie van kennis gerichte leeromgeving niet automatisch meer leergedrag gaan vertonen dat op kennisconstructie is gericht.

Attitudes

Vaak wordt er een verband gelegd tussen de houding of attitudes van leerlingen ten aanzien van (onderdelen van) een bepaalde leeromgeving en de mate waarin zij zich inspannen om te leren. Hier hoeft echter geen sprake te zijn van een lineaire samenhang. Zo stellen Clark en Sugrue (1990): "There is a significant group of well designed studies where more positive attitudes towards a medium result in *less* learning and other studies where negative attitudes result in *more* learning." (p. 515). In dat licht verwijzen zij naar de motivatietheorie van Bandura (1978), die later verder is uitgewerkt door Salomon (1981). Daarin wordt de relatie tussen de motivatie van de leerling ten opzichte van media en de door de leerling geleverde inspanning aangeduid als een omgekeerde U. Uitgangspunt van deze theorie is dat de inspanning die leerlingen leveren afhankelijk is van de zwaarte van de uit te voeren taak en de inschatting van de eigen capaciteiten op dat gebied. De geleverde inspanning is maximaal indien de leerling zowel de moeilijkheidsgraad van de taak als de eigen capaciteiten met betrekking tot die taak als gemiddeld beschouwt. Indien de leerling de uit te voeren taak als erg moeilijk beschouwt of indien de leerling de eigen capaciteiten erg hoog inschat, valt de geleverde inspanning terug.

Uit onderzoek van Salomon (1981, 1984) bleek dat veel leerlingen televisie als gemakkelijker ervaren dan boeken, waardoor zij zich minder inspannen om zich leerstof eigen te maken die via de televisie wordt gepresenteerd. Ander onderzoek (Beentjes, 1989) nuanceerde deze conclusie echter. Volgens Cennamo (1993b) is de door de leerlingen geleverde mentale inspanning afhankelijk van de verwachtingen van de leerling, die op hun beurt worden beïnvloed door kenmerken van de media, kenmerken van de taak en kenmerken van de leerling. Overigens wijst zij er op dat er evenmin een lineair verband hoeft te zijn tussen de hoeveelheid mentale inspanning en de leerresultaten. Als leerlingen zich extra moeten inspannen om de aangeboden informatie te begrijpen, hoeft hun extra inspanning niet tot betere leerresultaten te leiden. Samenvattend zegt Cennamo: "In summary, the amount of effort invested in processing a video-based lesson seems to be influenced by the symbol systems employed by the medium, the complexity of the materials, the structure of the program, the perceived purpose of the task, and individual characteristics of the learners." (p. 40). Volgens Cennamo is daarom speciale aandacht nodig voor goed presterende leerlingen die werken in leeromgevingen waarbij gebruik wordt gemaakt van video. Om bij deze groep voldoende mentale inspanning te bewerkstelligen, moet er voor worden gezorgd dat de leeromgeving door die groep als uitdagend wordt ervaren. In dit verband verwijst zij naar Salomon en Leigh (1984).

Arnove, Grabowski en Rynd (1994) vonden een samenhang tussen *nieuwsgierigheid* en leerprestaties bij leerlingen van de basisschool, tijdens kunstonderwijs met behulp van interactieve video in een leerlinggestuurde leeromgeving. Tobias (1994) concludeert op basis van onderzoek dat *belangstelling* aan leren bijdraagt doordat het leidt tot een grotere mate van begrip, doordat het aanzet tot meer verbeelding en doordat het kan leiden tot meer persoonlijke associaties dan alleen door voorkennis kan gebeuren. Daarom moeten leeromgevingen de belangstelling van leerlingen wekken. Volgens de Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991a, 1993a) kan het gebruiken van video daarbij helpen.

Taakgerichtheid en geïnvesteerde tijd

Naarmate leerlingen beter gemotiveerd zijn ten aanzien van een bepaalde taak, kan worden verwacht dat zij intensiever aan die taak zullen werken, dus meer taakgericht zijn. Branson (1988) zegt over de relatie tussen taakgerichtheid en leerresultaten: "It has been known by researchers for many years that learning time (time-on-task) is a critical discriminator between good and bad instructional programs. Other factors being equal or controlled, those individuals who spend more time-on-task will learn more than those who spend less time-on-task." (p. 17).

Atkins en Blissett (1989) concludeerden op grond van observaties van leerlingen (in de bovenbouw van het basisonderwijs) die met interactieve video werkten, dat er sprake was van een hoge mate van taakgericht gedrag. De geobserveerde leerlingen waren gemiddeld gedurende 82 procent van de tijd inhoudelijk taakgericht bezig. Mooij (1990a, 1990b) trok uit zijn onderzoek naar het gebruik van de computer bij het oefenen van aanvankelijk lezen, de conclusie dat de geobserveerde leerlingen tijdens het werken met de bij de methode behorende computerprogramma's significant meer taakgericht bezig waren dan tijdens andere instructie- en oefenvormen. Terwijl zij met de computer werkten, waren de leerlingen gedurende 86 procent van de geobserveerde periode inhoudelijk taakgericht bezig. Tijdens andere activiteiten werd een gemiddelde van 71 procent gevonden.

Clark en Sugrue (1990) geven aan dat er een samenhang lijkt te zijn tussen de toegepaste media en de snelheid waarmee leerlingen leren: "For example, comparisons of computer and conventional instruction often show a 30 to 50 percent reduction in time to complete lessons for the computer groups (Clark & Salomon, 1986)." (p. 518). Clark en Craig (1992) verwijzen naar een door Fletcher (1990) uitgevoerde meta-analyse van studies naar het gebruik van interactieve video, die tot eenzelfde conclusie leidt. Bosco (1986) analyseerde negenentwintig onderzoeken naar toepassingen van interactieve video in diverse onderwijstypen. Ook daaruit bleek dat significante verschillen niet zozeer moeten worden gezocht in de leerresultaten, maar wel in een vermindering van de hoeveelheid tijd die aan het leren wordt besteed. Ook Ihne en Steidle (1995) maken melding van tijdwinst bij het gebruik van multimedia in plaats van respectievelijk COO en archiefkaarten, bij het leren van vocabulair. Het ligt voor de hand dat het al dan niet halen van tijdwinst niet zozeer aan het toegepaste medium ligt, maar eerder aan de opzet van de leeromgeving. Zo stelt Atkins (1993) dat de behavioristische aanpak zich heeft bewezen als een efficiënte manier van werken, hetgeen overigens nog niets zegt over de uiteindelijke effectiviteit. Volgens Bosco (1986) kan de vraag of interactieve video een effectief middel is in het onderwijsleerproces, worden vergeleken met de vraag of boeken effectieve middelen zijn in dat proces.

Interactie

Hawkins, Sheingold, Gearhart en Berger (1982) deden onderzoek naar de interactie tussen leerlingen in het basisonderwijs tijdens het werken met computers en het werken zonder computers. Dit onderzoek leidde tot de conclusie dat er bij het in groepjes met computers werken sprake was van meer interactie tussen leerlingen onderling dan bij het in groepjes werken zonder computers. Noell en Camine (1989) stelden vast dat het in groepen werken met interactieve video tot veelvuldige sociale

interactie tussen leerlingen leidde. Latchem et al. (1993) wijzen op de vaststelling van Pease-Alvarez en Vásquez (1990) dat het in groepjes met computers werken aanleiding gaf tot nieuwe vormen van interactie tussen leerlingen onderling en tussen leerlingen en leraren.

Motivatie

Verschillende onderzoeken laten een motivatieverhogend effect van het gebruik van multimedia zien. Bosco (1986) concludeert op grond van zijn analyse van negenen-twintig onderzoeken naar het gebruik van interactieve video: "When the reported benefits involving the use of a statistical test were examined, benefits were most prevalent on user attitude and training time variables." (p. 8). Atkins en Blissett (1989) rapporteren de resultaten van een onderzoek in het kader van het *Interactive Learning Project*. In dat project werkten leerlingen in de leeftijd van negen tot dertien jaar met interactieve beeldplaten. Op basis van video-opnamen en een leerlingenvragenlijst concluderen de auteurs dat leerlingen de taken met veel plezier en toewijding hebben uitgevoerd. Ook uit onderzoek naar toepassingen van de interactieve beeldplaat in het basis- en speciaal onderwijs (Verhagen, 1989), komt het beeld naar voren dat dit medium een motivatieverhogend effect op de leerlingen heeft. De Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992b) vond eveneens positieve effecten van het gebruik van beeldplaten op de motivatie van leerlingen in het basisonderwijs: "On four of the five attitudes towards math scales, Jasper students showed significantly improved attitudes as compared to the control group. Jasper students showed less anxiety toward mathematics, were more likely to see mathematics as relevant to everyday life, more likely to see it as useful, and more likely to appreciate complex challenges." (p. 306). Ross (1989) onderzocht de waardering van studenten van de Open Universiteit in Engeland die met de *Water Video-disc* werkten: "More than 96% had enjoyed the video-disc sessions; (...) Most importantly, 94% considered that the video-disc medium was useful and provided a good method for learning." (p. 217). Ook Fuller (1987) maakt melding van een positieve houding van universitaire studenten ten aanzien van interactieve video.

Het is de vraag of positieve effecten van het gebruik van multimedia op de motivatie van leerlingen van blijvende aard zijn of slechts het resultaat van de confrontatie met een nieuw leermiddel. In paragraaf 2.3 is er al op gewezen dat dergelijke effecten vooral voortkomen uit studies die betrekking hebben op een relatief korte periode. In een longitudinaal onderzoek naar de houding van leerlingen ten opzichte van het werken met computers (Krendl & Brohier, 1992), waarbij leerlingen in het basis- en voortgezet onderwijs gedurende drie opeenvolgende schooljaren werden geënquêteerd, bleek daarentegen sprake te zijn van een significante daling van de attitude ten

aanzien van computers. Dit is in tegenspraak met de opvatting dat een positievere attitude het gevolg is van meer ervaring, zoals eerder naar voren is gebracht. De verwachting dat leerlingen het werken met computers na verloop van tijd als gemakkelijker zouden gaan ervaren, bleek niet te worden bevestigd door de onderzoeksresultaten. De antwoorden op de vraag naar de invloed van de computer op de leerresultaten liet hetzelfde beeld zien als de vraag naar de attitude ten aanzien van de computer. Naarmate leerlingen langer met computers werkten, schatten zij de invloed van de computer op hun leerresultaten significant lager in. Uit het onderzoek naar informatiekunde-onderwijs dat door Volman (1994) is uitgevoerd, bleek eveneens dat de attitude ten aanzien van de computer was gedaald nadat de leerlingen de cursus in kwestie hadden gevolgd.

Leervorderingen

De interpretatie van onderzoeksresultaten met betrekking tot leervorderingen die door de toepassing van multimedia zijn bereikt, is in het voorafgaande aan de orde geweest. Op basis van de beschikbare gegevens kan niet worden geconcludeerd dat het gebruik van multimedia leidt tot hogere leerprestaties in de zin van betere scores op leervorderingentoetsen. Clark (1991) trekt de volgende conclusie: *"The evidence is overwhelming that media do not influence achievement."* (p. 37).

McNeil en Nelson (1991) constateerden naar aanleiding van een meta-analyse op drieënzestig studies naar het gebruik van interactieve video (IV) daarentegen wel dat dit medium tot significant betere leerresultaten leidt dan onderwijs zonder interactieve video. Zij waren echter niet in staat om dat effect te verklaren op basis van de onderscheiden achtergrondvariabelen, hetgeen tot de volgende conclusie leidde: *"(...) cognitive achievement from IV is influenced by a myriad of variables that are difficult or impossible to account for in a single meta-analysis."* (p. 5). Overigens waren de in deze meta-analyse vertegenwoordigde studies nogal divers van aard. Naast het reguliere onderwijs waren tevens militaire en bedrijfsopleidingen vertegenwoordigd. Bovendien plaatst Clark (1991) kanttekeningen bij het verschijnsel meta-analyse, omdat tekortkomingen van de in dergelijke studies opgenomen onderzoeken het eindresultaat kunnen vertekenen. Hij stelt dat *"meta-analytic reviews of media studies have a serious GIGO (Garbage In, Garbage Out) problem."* (p. 37).

Probleemoplossende vaardigheden

Vaak wordt van toepassing van multimedia in het onderwijs een positief effect op de vaardigheid in het omgaan met informatie en daarmee op het probleemoplossende vermogen van leerlingen verwacht. De resultaten van onderzoek op dit gebied zijn

wisselend. De Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992b) maakt inderdaad melding van een dergelijk effect: "Although they are not a primary target of the Jasper program, word problems constitute a typical measure of children's problem-solving performance. (...) The data indicate that aggregate pretest scores were equivalent for Jasper and comparison control classes and that, at posttest, the performance of students in the Jasper classes was superior for all three problem types." (p. 303). Zoals eerder aangegeven, gaat het daarbij om leerlingen in het basisonderwijs. Ook Oliver en Perzylo (1994) constateren dat leerlingen (in de hoogste klas van de basisschool) zeer wel in staat zijn om op een adequate manier informatie te verzamelen in een multimediale leeromgeving, indien zij op de juiste manier worden geïnstrueerd en aangespoord. Daarbij speelt de docent volgens hen een wezenlijke rol. Atkins en Blissett (1992) vonden echter minder gunstige resultaten: "Deductive logic was hardly ever applied by the groups, (...) Where deduction was used, it was attributable to a single individual within the group. (...) The most obvious finding, however, is that groups continued to use unsystematic trial and error extensively, often disregarding feedback from the program. It accounted for 57% of the decisions made overall on both sessions with the disc." (op. cit. p. 47). De auteurs verwachten meer heil van de combinatie van interactieve video met een docent of van interactieve video met een geïntegreerd *intelligent tutoring system*. Deze - kleinschalige - studie had betrekking op de bovenbouw van het basisonderwijs. Frau, Midoro en Pedemonte (1992) komen op grond van onderzoek in de bovenbouw van het vwo met de multimediale leeromgeving *Terremoti*, die betrekking heeft op aardbevingen, evenmin tot positieve conclusies. De meerderheid van de leerlingen bleek zich tijdens het werken met deze leeromgeving te beperken tot het verzamelen van feiten, zonder deze te interpreteren. Het resultaat was dat zij zich de gehanteerde terminologie eigen maakten, zonder tot een begrip van de achterliggende concepten te komen. De onderzoekers wijten deze aanpak aan de manier van werken die gebruikelijk is in het reguliere onderwijs.

2.4.4 De school

In het verleden hebben verschillende auteurs erop gewezen dat onderzoek naar innovaties in het onderwijs zich niet alleen moet richten op de docenten die met de vernieuwing worden geconfronteerd, maar ook op de school als geheel (Van den Berg & Vandenbergh, 1981; Van Kemenade, 1981; Fullan, 1982). De combinatie van de factoren op schoolniveau en de kenmerken van de innovatie bepaalt uiteindelijk in belangrijke mate de houding van de docent ten aanzien van die vernieuwing. Uit publikaties op het gebied van de invoering van computergebruik (Vlas & Doorne-

kamp, 1993) en multimedia (Lagerweij et al.; 1992) in de school, komen de volgende factoren naar voren die op schoolniveau van belang zijn:

- de houding van de schoolleiding
- faciliteiten en middelen
- ondersteuning
- informatievoorziening

Bij de effecten van de invoering van multimedia op school kan onderscheid worden gemaakt tussen de mate waarin het gebruik is geïmplementeerd in de school en de consequenties daarvan voor de school als organisatie. De bovengenoemde variabelen en effecten worden hier verder uitgewerkt.

Houding van de schoolleiding

De houding van de schoolleiding kan zich uiten in interventies die door haar worden aangewend om docenten te stimuleren tot en te ondersteunen bij het gebruik van computers in het onderwijs (Vlas & Doornekamp, 1993). Deze interventies kunnen betrekking hebben op het beleid (vaststellen en uitdragen van doelen), de planning van de implementatie, strategieën (zoals het aanbieden van scholing), tactieken (zoals het bespreken van de innovatie tijdens vergaderingen) en incidentele acties (zoals het organiseren van een studiedag).

Faciliteiten en middelen

Om de innovatie kans van slagen te geven, is een aantal faciliteiten onontbeerlijk. Zo dient er uiteraard te worden voorzien in de benodigde apparatuur en programmatuur. Degenen die daarmee moeten gaan werken, moeten een beroep kunnen doen op scholing. Om deze scholing te volgen en om vertrouwd te raken met de vernieuwing, is tijd nodig.

Ondersteuning

Bij de invoering van het gebruik van computers of multimedia in het onderwijs is het van belang dat er interne ondersteuning beschikbaar is, in de persoon van een systeembeheerder en een automatiseringscoördinator, ook computercoördinator genoemd. Smeets (1988) en Doornekamp, Cremers-van Wees en Vlas (1992) geven een overzicht van de taken van genoemde functionarissen. Ook de aanwezigheid van externe ondersteuning kan een positieve invloed hebben op de mate waarin de vernieuwing ingang vindt in het onderwijs. Externe ondersteuning kan een functie vervullen bij het ontwikkelen van programmatuur, bij het verzorgen van scholing en bij

het begeleiden van de invoering van de vernieuwing. Een andere vorm van ondersteuning die een positieve invloed op het innovatieproces kan hebben, is de aanwezigheid van stimulansen vanuit de omgeving. Daarbij moet onder meer worden gedacht aan de overheid, het bevoegd gezag en ouders van leerlingen (Vlas & Doornekamp, 1993).

Informatievoorziening

Duidelijkheid over de doelen en de inhoud van de vernieuwing is noodzakelijk om de vernieuwing kans van slagen te geven. Binnen de school moet sprake zijn van voldoende informatievoorziening daarover. Ook de mogelijkheid voor betrokkenen om met elkaar kennis uit te wisselen, kan daaraan bijdragen (Vlas & Doornekamp, 1993).

Implementatie van de vernieuwing in de school

Het is uiteindelijk de bedoeling dat vernieuwingen deel gaan uitmaken van de dagelijkse praktijk. Volgens Fullan (1991) dient voor de implementatie van een innovatie minimaal twee jaar te worden uitgetrokken, terwijl hervormingen op het niveau van de school als geheel minstens vijf jaar kosten.

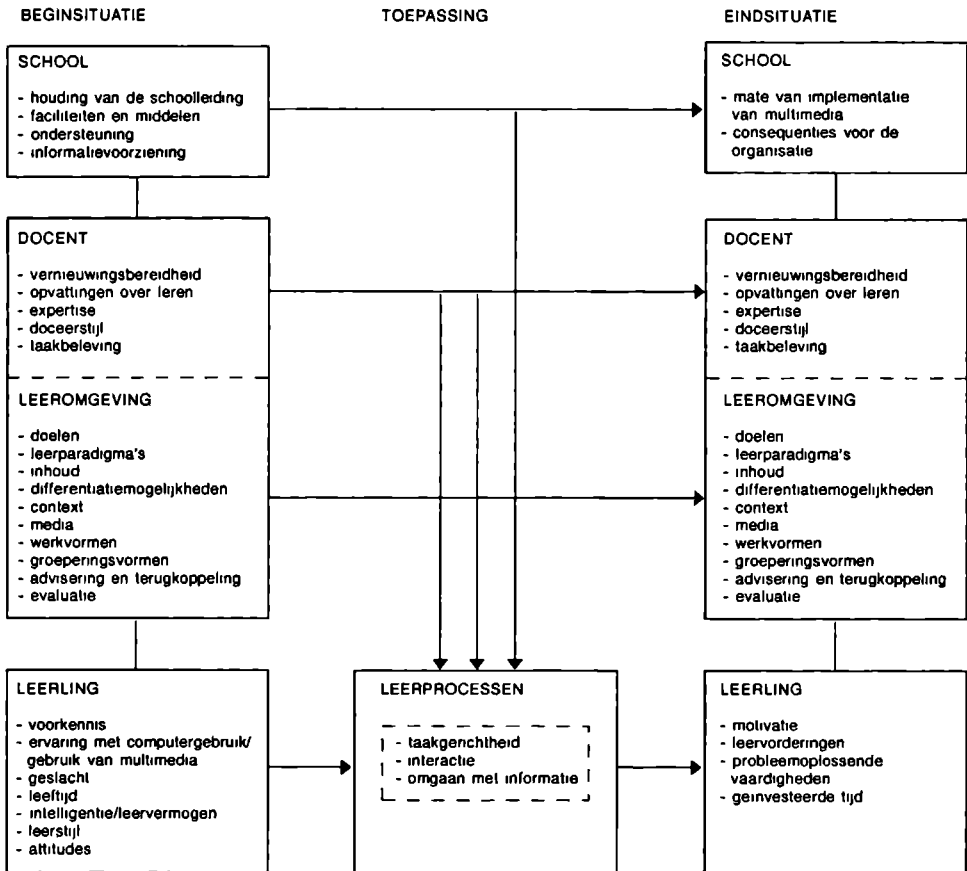
Consequenties voor de organisatie

De invoering van multimedia kan consequenties hebben voor de samenwerking binnen de betrokken vaksectie en de samenwerking tussen de betrokken vaksectie en andere vaksecties in de school. Ook kunnen veranderingen optreden in de omvang en invulling van het takenpakket van de systeembeheerder en de automatiseringscoördinator. Hetzelfde geldt voor de behoefte aan faciliteiten en middelen.

2.4.5 Een algemeen model

De in de voorafgaande paragrafen besproken kenmerken en achtergrondvariabelen die op verschillende niveaus van belang kunnen zijn bij het invoeren van en het leren in multimediale leeromgevingen op school en de effecten die daarvan kunnen worden verwacht, kunnen worden samengevoegd in een model. Een dergelijk algemeen model kan als theoretisch uitgangspunt dienen voor keuzen die moeten worden gemaakt bij de opzet van evaluatie-onderzoek naar het leren in multimediale leeromgevingen. In figuur 2.1 wordt het model weergegeven.

Figuur 2.1 - Multimedia op school: Achtergrondvariabelen en mogelijke effecten



Het startpunt in het model is de situatie vóór de invoering van de multimediale leeromgeving(en), de beginsituatie. Op dat moment is er sprake van bepaalde randvoorwaarden op schoolniveau die de implementatie van deze leeromgeving(en) in het onderwijs al dan niet kunnen faciliteren. Ook docentkenmerken spelen daarin een rol. Docentkenmerken kunnen tevens hun invloed doen gelden op de manier waarop de leeromgeving vorm krijgt in de les. De leeromgeving kan worden beschreven in termen van de samenstellende componenten. Daarnaast zijn er de individuele leerlingen, ieder met hun eigen uitgangssituatie.

Bepaalde kenmerken van de leeromgeving, de docent en de school oefenen invloed uit op de leerprocessen die zich bij de leerling afspelen. Ook de achtergrondkenmer-

ken van de leerling hebben hun uitwerking op de leerprocessen. Omdat het moeilijk is direct zicht te krijgen op het verloop van deze processen, zijn in het model enkele variabelen opgenomen die een indicatie van de leerprocessen moeten geven: de taakgerichtheid, de interactie en de manier waarop de leerling met informatie omgaat. De eindsituatie kan het moment zijn waarop het leren in de desbetreffende leeromgeving(en) eindigt of het moment waarop de evaluatie van de leervorderingen plaatsvindt. Op dat tijdstip kan worden nagegaan in hoeverre de invoering van de multimediale leeromgeving(en) in de school is geïmplementeerd en in hoeverre dit consequenties op schoolniveau heeft gehad. Ook de houding van de docent kan door het gebruik van de leeromgeving(en) zijn veranderd ten opzichte van de houding bij de beginsituatie. Bovendien kan de docent - gaandeweg of bij de eindsituatie - veranderingen aanbrengen in de leeromgeving(en). Bij de leerling kunnen in de eindsituatie effecten worden vastgesteld die het gevolg zijn van de wisselwerking tussen leerlingkenmerken, docent en leeromgeving.

2.5 Samenvatting

Bij het ontwerpen van multimediale leeromgevingen wordt vaak te weinig aandacht besteed aan theoretische achtergronden. Daardoor is niet altijd gewaarborgd dat de leeromgeving het leren daadwerkelijk bevordert. De stroming die op dit moment de meeste aanknopingspunten biedt bij het ontwerpen van dergelijke leeromgevingen, is het constructivisme. Uitgangspunt daarbij is dat leren een actief, constructief proces is, waarbij de lerende zelf een interpretatie van de werkelijkheid opbouwt. Volgens de aanhangers van het constructivisme dient leren plaats te vinden in rijke contexten, die aan de werkelijkheid zijn ontleend. Daaraan ontbreekt het vaak bij het leren op school. Multimedia kunnen een bijdrage leveren aan het creëren van rijke contexten. In krachtige, constructivistische leeromgevingen dragen de leerlingen zelf meer verantwoordelijkheid voor het leren dan in traditionele leeromgevingen. De docent wordt gezien als expert die een begeleidende rol vervult. Daarnaast kenmerken krachtige leeromgevingen zich doorgaans door mogelijkheden om problemen vanuit verschillende invalshoeken te benaderen, de beschikbaarheid van verschillende informatiebronnen en de nadruk op samenwerken van leerlingen.

Onderzoek naar de effecten van het gebruik van educatieve multimediale toepassingen levert doorgaans geen eenduidige conclusies op. Deels is dat te wijten aan de opzet van onderzoeken, waardoor vertekening van onderzoeksresultaten kan optreden. Om dat risico te verminderen, moet onderzoek aan een aantal voorwaarden voldoen. Daarnaast zijn onderzoeken vaak niet met elkaar vergelijkbaar, waardoor het moeilijk wordt om tot eensluidende uitspraken te komen over effecten.

De implementatie van multimediale leeromgevingen in het onderwijs is afhankelijk van de aanwezigheid van faciliterende voorwaarden op schoolniveau en van de houding van de docenten. Docentenkenmerken kunnen tevens van invloed zijn op de manier waarop de leeromgeving gestalte krijgt in de les. Voor de docent brengt de invoering van dergelijke leeromgevingen veranderingen in zijn of haar rol met zich mee. De taak van de leerkracht krijgt een meer begeleidend karakter. Ondanks deze verandering en ondanks het risico van een grotere taakbelasting heeft het werken met multimedia doorgaans een positieve invloed op de motivatie van de docent.

Op grond van onderzoek kan niet zonder meer worden geconcludeerd dat multimedia een positieve invloed hebben op de leervorderingen. Voor effecten op het probleemoplossende vermogen van leerlingen geldt hetzelfde. In het algemeen kan wel worden gesteld dat het gebruik van multimedia een motivatieverhogend effect heeft op leerlingen, al is niet duidelijk in hoeverre dat effect blijvend is. Uit een aantal onderzoeken blijkt dat het gebruik van multimedia leidt tot een meer taakgerichte houding bij leerlingen en tot tijdbesparing. Op leerlingniveau is een aantal achtergrondvariabelen van invloed op het leren in de multimediale leeromgeving en op de te bereiken effecten. Uit onderzoeksresultaten kan worden afgeleid dat voorkennis, eventuele ervaring met het gebruik van computers en/of multimedia, de leerstijl, de intelligentie en het leervermogen, attitudes en het geslacht hier alle een rol kunnen spelen.

3 Het project 'Proefschool Nieuwe Media'

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van het doel, de achtergronden, de opzet en de uitvoering van het project *Proefschool Nieuwe Media*.

3.1 Doel en achtergronden van het project

Doel van het project *Proefschool Nieuwe Media* was het gedurende een langere periode toepassen van multimedia in het voortgezet onderwijs en het onderzoeken van de effecten daarvan. Daarbij is gekozen voor een dieptebenadering, waarin één school en één vak centraal staan. De opdracht tot uitvoering van dit project was afkomstig van de Stuurgroep Nieuwe Media van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. De leiding was in handen van het Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media (NIAM). De afdeling Geografie voor Educatie (GE) van de Rijksuniversiteit Utrecht had de taak de multimediale leeromgevingen te ontwikkelen en de implementatie daarvan in de lessituatie voor te bereiden en te begeleiden. Het Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen (ITS) werd ingeschakeld ten behoeve van de onderwijskundige evaluatie van het project. Daarnaast werd het Educatief Media Centrum (EMC) verzocht een beoordeling uit te brengen over de door GE ontwikkelde toepassingen.

3.2 Selectie van het vak, de leerjaren en de school

In de voorstudie die ter voorbereiding van het PNM-project is uitgevoerd, noemen Borsboom et al. (1988) een aantal criteria waaraan het te kiezen vak en de te selecteren school zouden moeten voldoen. Ook is in de voorstudie aangegeven welke klassen zich het beste zouden lenen voor een dergelijk experiment.

Aan het te kiezen vak wordt in de voorstudie de eis gesteld dat er sprake moet zijn van een grote hoeveelheid informatie die door leerlingen moet worden opgezocht, geselecteerd en bewerkt. Tevens moet de informatie zich in voldoende mate lenen om gevisualiseerd te worden. Op grond van deze criteria worden drie vakken genoemd die zich goed lenen voor de toepassing van multimediale leeromgevingen: aardrijkskunde, geschiedenis en techniek. Laatstgenoemd vak was bij de start van

Proefschoon Nieuwe Media echter nog niet ingeburgerd in het voortgezet onderwijs. Praktische aspecten, zoals de beschikbaarheid van de vereiste deskundigheid, hebben bij het opzetten van het project geleid tot de keuze voor het vak aardrijkskunde. Om het mediagebruik beter in de les te kunnen inpassen, is er voor gekozen aan te sluiten bij een bestaande aardrijkskundemethode (NIAM, 1989a). Daardoor kon aan de inzet van de media een duidelijker kader worden gegeven dan bij de ontwikkeling van qua inhoud op zichzelf staande leeromgevingen het geval zou zijn geweest. De keuze is gevallen op de methode 'Werk aan de wereld' (De Goirlese werkgroep, 1985, 1986), die ontdekkend en onderzoekend leren stimuleert, diverse vormen van differentiatie mogelijk maakt en veel beeldinformatie presenteert.

In de voorstudie wordt aanbevolen het experiment uit te voeren in het tweede en derde leerjaar van het voortgezet onderwijs. De samenstellers van de studie achten zowel het eerste brugjaar als de leerjaren waarin met keuzepakketten wordt gewerkt, minder geschikt voor de uitvoering van een dergelijk project. Deze aanbeveling is door de projectleiding overgenomen.

Aan de school die in aanmerking wil komen voor het predikaat 'proefschoon', stelt de voorstudie onder meer de eis dat men er vertrouwd is met informatietechnologie en ervaring heeft met het gebruik van diverse didactische werkvormen. Bovendien is een positieve instelling ten aanzien van een dergelijk project vereist van onder meer de leerkrachten, de schoolleiding en het bevoegd gezag. De betrokken docenten moeten bereid zijn tot scholing. Tevens worden eisen gesteld aan het gebouw, de voorzieningen en de omvang van de school. Bovendien moet het te ontwikkelen materiaal kunnen aansluiten bij de onderwijsmethode die bij het desbetreffende vak wordt gebruikt. In het 'Plan van Aanpak' worden nog enkele voorwaarden toegevoegd aan bovenstaande selectiecriteria. Het gaat daarbij om het onderschrijven van de onderwijskundige uitgangspunten van het project, de inzet van de audiovisuele dienst van de school en het gebruik van de ten behoeve van het project gekozen aardrijkskundemethode (NIAM, 1989a).

Op grond van de gehanteerde criteria is gekozen voor het Niels Stensen College te Utrecht, een school voor mavo, havo en atheneum. Deze school beschikt sinds 1984 over een computerlokaal (Goes, 1991). Vanaf dat jaar worden leerlingen in het eerste leerjaar wegwijs gemaakt in computergebruik. De vaksectie aardrijkskunde, die centraal staat in het PNM-project, heeft vóór *Proefschoon Nieuwe Media* deelgenomen aan het *GEONLINE*-project, waarbij leerlingen tijdens de les gebruik maakten van de geografische databank *GISET*. Deze databank wordt ook in het PNM-project gebruikt. Daarnaast werd in het aardrijkskunde-onderwijs reeds gebruik gemaakt van enkele andere computerapplicaties. De sectie bestaat uit vijf docenten.

3.3 Uitgangspunten bij de ontwikkeling van de leeromgevingen

De afdeling Geografie voor Educatie streeft bij de ontwikkeling van multimediale applicaties niet zozeer naar het opsporen van toepassingsgebieden die het voorheen onmogelijke in het onderwijs mogelijk maken, maar naar het identificeren van onderwijskundige kaders waarin multimedia een zinvolle rol kunnen vervullen (Van Beckum, 1991). Van Beckum stelt dat bij de start van het ontwikkelingstraject, in 1988, weinig literatuur beschikbaar was die aanknopingspunten bood voor de opzet van het project. In de beperkte hoeveelheid literatuur waarin aandacht werd besteed aan multimedia, lag de nadruk op de mogelijke toepassingen en niet op de onderwijskundige concepten die daaraan ten grondslag zouden kunnen liggen. Binnen het project *Proefschoon Nieuwe Media* is de onderwijskundige toepassing gekozen als uitgangspunt bij de ontwikkeling van de applicaties en het begeleidende materiaal. De basis daarvoor vormen leermodellen, oftewel leerparadigma's, en een model voor informatieverwerking. De leerparadigma's zijn reeds aan de orde geweest in paragraaf 2.4.1. Het betreft vier paradigma's die zijn onderscheiden door MacDonald c.s. (1977) en die ook door Watson (1987, 1992) worden gehanteerd:

- 1) Het instructieve paradigma
- 2) Het ontdekkende paradigma
- 3) Het onderzoekende paradigma
- 4) Het taakverlichtende paradigma

Als doelstelling van het project *Proefschoon Nieuwe Media* wordt in het 'Plan van Aanpak' aangegeven dat de te ontwikkelen applicaties interactief leren stimuleren en ondersteunen. Daarmee wordt bedoeld dat leerlingen interactiever leren omgaan met informatie en dit zoveel mogelijk toepassen in functie van hun leerproces (NIAM, 1989a). Omdat interactief leren vooral in het kader van het ontdekkende en onderzoekende leerparadigma tot zijn recht kan komen, was het oorspronkelijk de bedoeling het project op te zetten rond deze twee paradigma's. Op verzoek van de Stuurgroep Nieuwe Media zijn echter alle vier onderscheiden paradigma's in het project toegepast. In het PNM-project zijn vier verschillende lessenreeksen ontwikkeld. Aan elk van deze reeksen ligt een ander leerparadigma ten grondslag. De manier waarop een bepaald leerparadigma tot uitdrukking komt, is overigens niet uitsluitend afhankelijk van de gebruikte bronnen of applicaties, maar ook van de toegepaste begeleidende materialen en van de rol die de docent op zich neemt (Van Beckum, 1991). Dat geldt ook voor de toegepaste werkvormen (Wolcken, 1991b).

Een ander theoretisch kader dat een rol speelt in het project, is het door GE gehanteerde 'model voor informatieverwerking' (Van Beckum, 1991). Dit model herleidt het omgaan met informatie tot een proces dat vijf stappen omvat:

- 1) Vraag
- 2) Bronnen
- 3) Bewerking
- 4) Weergave
- 5) Antwoord

Het proces van informatieverwerking start met een *vraag* of opdracht. Om een antwoord te vinden op de gestelde vraag moet de leerling één of meer *bronnen* raadplegen. Onder *bewerking* van gegevens die in de bronnen worden aangetroffen, wordt bij voorbeeld het selectief lezen van teksten of het maken van samenvattingen verstaan. Ook het overnemen en/of combineren van gegevens kan deel uitmaken van het onderdeel 'bewerking'. Vervolgens worden de bewerkte gegevens *weergegeven*, in de vorm van tekst, grafieken, tabellen, kaarten en dergelijke. De laatste stap van het model voor informatieverwerking vormt de beoordeling, door de leerling, de docent of andere leerlingen, van het gevonden *antwoord* in relatie tot de oorspronkelijke vraag.

Aan de hand van deze vijf stappen zijn in het 'Plan van Aanpak' vaardigheden uitgewerkt waarover leerlingen dienen te beschikken om het proces van informatieverwerking op een gestructureerde manier te kunnen doorlopen. Het oefenen van die vaardigheden behoort tot de doelstellingen van de applicaties die in het kader van het project *Proefschoon Nieuwe Media* zijn ontwikkeld. Het model voor informatieverwerking speelt een rol bij alle lessenreeksen die in het experiment zijn toegepast. Tabel 3.1 geeft een aantal voorbeelden van vaardigheden die tot de onderscheiden stappen van het model kunnen worden gerekend. Deze voorbeelden hebben betrekking op het gebruik van computers, dan wel multimedia, bij het raadplegen van bronnen.

Een uitgangspunt in het PNM-project was, dat leerlingen zoveel mogelijk in tweetalen of in grotere groepjes zouden werken. Dit komt onder meer tot uiting in de keuze voor enkele didactische werkvormen die in het traditionele onderwijs niet gebruikelijk zijn. De wens van de opdrachtgever om verschillende media in de lespraktijk te beproeven, heeft geleid tot de keuze voor drie media:

- 1) Beeldplaat
- 2) CD-ROM
- 3) Videotex

Tabel 3.1 - Het model voor informatieverwerking en een aantal relevante vaardigheden in het omgaan met informatie (Van Beckum, 1991, p.22).

Stap I	Stap II	Stap III	Stap IV	Stap V
Vraag	Bronnen	Bewerking	Weergave	Antwoord
Kunnen vertalen van een relevante vraag naar uitvoerbare routines	Kunnen starten van een .. - Database - Spreadsheet - Communicatiepakket - Inlogprocedure	Uitvoeren van... - Sortering - Selectie - Rekenkundige bewerkingen - Statistische bewerkingen - Opslaan van informatie - Editing van tekst, tabel, etc.	Maken van... - Grafiek - Tabel - Kaart - Lijst - Tekst - Afdruk - Diagram etc.	- Interpreteren van gegevens - Kunnen trekken van conclusies - Nagaan of de oorspronkelijke vraag is beantwoord - Vaststellen of nieuwe vraag nodig is

Het beeld dat in paragraaf 1.2 is geschetst van de mogelijkheden die verschillende media bieden, zag er iets anders uit op het moment waarop het PNM-project gestalte kreeg. CD-ROM werd toen nog niet gebruikt voor de presentatie van bewegende beelden, zodat de keuze voor de beeldplaat naast CD-ROM voor de hand lag. Videotex is gekozen omdat dit mogelijkheden biedt om voortdurend geactualiseerde informatie aan te bieden. De genoemde drie media zijn bij elke lessenreeks in het PNM-project ingezet. Daarbij is gestreefd naar integratie van toepassingen, zodat bij voorbeeld beeldplaatfragmenten of gegevens uit de databank *GISET* kunnen worden opgeroepen tijdens het raadplegen van informatie van de CD-ROM. Deze integratie heeft echter pas tijdens het tweede jaar van het project - vanaf de derde lessenreeks - vorm gekregen.

Van Beckum (1991) wijst erop dat er tijdens de opstartfase van *Proefschoon Nieuwe Media* in de literatuur geen voorbeelden van projecten te vinden waren waarbij verschillende leerparadigma's als uitgangspunt waren genomen. Zo er al sprake was van dergelijke paradigma's, ging het om één paradigma, toegepast op één type applicatie en gebruik makend van één bepaald medium. Door de toepassing van vier verschillende leerparadigma's, uitgewerkt in vier verschillende lessenreeksen en onder gebruikmaking van drie verschillende media, mag *Proefschoon Nieuwe Media* als een uniek project worden beschouwd.

3.4 De vier lessenreeksen

Gedurende twee schooljaren is op de proefschool in het kader van het PNM-project gebruik gemaakt van multimediale leeromgevingen in het aardrijkskunde-onderwijs in een aantal tweede en derde klassen mavo, havo en atheneum. Het betreft daarbij ongeveer twintig procent van de aardrijkskundelessen die in die periode in de desbetreffende klassen zijn gegeven. Zoals reeds aangegeven, zijn er vier lessenreeksen ontwikkeld, waarbij elke lessenreeks op een bepaald leerparadigma is gebaseerd. Inhoudelijk sluiten deze lessenreeksen aan bij de hoofdstukken in de methode 'Werk aan de wereld' rond dezelfde onderwerpen. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de lessencycli en de daaraan gekoppelde paradigma's.

De lessenreeksen zijn als volgt getiteld:

- 1) Actieve aarde
- 2) Alles in orde?
- 3) Werk aan Europa
- 4) Landschap in beweging

Omdat het niet mogelijk was om al in het eerste jaar verschillende lessenreeksen voor de tweede en derde klassen beschikbaar te hebben, zijn de lessencycli 'Actieve Aarde' en 'Alles in orde?' in dat jaar zowel in de tweede als in de derde klas ingezet.

Tabel 3.2 - De vier lessenreeksen waarbij gebruik is gemaakt van multimedia, het bijbehorende leerparadigma en de klassen die de lessencycli hebben doorlopen

lessenreeks	leerparadigma	schooljaar 1989/90	schooljaar 1990/91
Actieve Aarde	instructief	m2; b2; m3; h3; a3	m2; b2
Alles in orde?	ontdekkend	m2; b2; m3; h3; a3	m2; b2
Werk aan Europa	onderzoekend		m3; h3; a3
Landschap in beweging	taakverlichtend		m3; h3; a3

Toelichting: m2= tweede klas mavo, b2= tweede brugjaar havo/atheneum, m3= derde klas mavo, h3= derde klas havo, a3= derde klas atheneum.

Naast toepassingen voor interactieve beeldplaat, CD-ROM en Videotex, is voor iedere lessenreeks tevens schriftelijk begeleidend materiaal voor de leerlingen ontwikkeld, in de vorm van werkbladen met opdrachten. Deze opdrachten vervulden een belangrijke functie bij het tot uiting laten komen van het aan de lessenreeks ten

grondslag liggende leerparadigma. De Videotex-toepassingen zijn ondergebracht in de geografische databank *GISET*, die al eerder door GE was ontwikkeld. Bij het ontwerpen van de applicaties voor beeldplaat en CD-ROM is respectievelijk gebruik gemaakt van het auteurssysteem *Authorware Professional* en van *SuperCard*.

Hieronder volgt een beknopte beschrijving van de vier lessencycli. Voor gedetailleerde informatie over de ontwikkelmethodiek en over de inhoud van de applicaties wordt verwezen naar respectievelijk Van Beckum, Blankman, Van der Burg en Kouwenberg (1991) en Van der Burg en De Wit (1991b).

Actieve aarde

De eerste lessenreeks, 'Actieve aarde' genoemd, is opgebouwd rond de thema's vulkanisme en aardbevingen. Deze reeks omvat tien lesuren en start met de zogenaamde 'nul-les'. Dit is een les waarin leerlingen kennismaken met het gebruik van de media. De keuze voor het instructieve paradigma houdt in dat leerlingen en docenten met een relatief eenvoudige toepassing van multimedia kennismaken en leren werken. In deze lessenreeks is een uit Engeland afkomstige beeldplaat over vulkanisme gebruikt (*The Oxford Volcanoes Disk*). Er is een CD-ROM-applicatie ontwikkeld met informatie over vulkanen, vulkaanuitbarstingen en aardbevingen. De CD-ROM bevat dia's, een databank en een wereldkaart waarop de ligging van de vulkanen en de plaatsen waar aardbevingen zijn opgetreden, kunnen worden opgevraagd. De databank kan worden gebruikt voor het maken van (combinaties van) selecties. De Videotex-toepassing biedt tekstuele informatie over natuurrampen. De leerlingen maken opdrachten die in het schriftelijke leerlingmateriaal zijn opgenomen. De antwoorden op de gestelde vragen moeten worden ingevuld op de werkbladen.

Alles in orde?

De tweede lessenreeks, 'Alles in orde?', heeft betrekking op het thema ruimtelijke ordening. Dit thema wordt uitgewerkt aan de hand van het ontdekkende leerparadigma. De ontwikkelde Videotex-modules omvatten een overzicht van begrippen die een rol spelen bij ruimtelijke ordening, een vergelijking van bouwlocaties rond Utrecht en een overzicht van de gevolgen van industriële ontwikkelingen in Twente. De CD-ROM-applicatie ('Utrecht in zicht') bevat informatie over de stad Utrecht en de ontwikkeling in ruimtelijk opzicht van deze stad door de eeuwen heen. Leerlingen kunnen informatie over en kaarten van de verschillende wijken opvragen. Ook hier wordt gewerkt met werkbladen waarin schriftelijke opdrachten worden gegeven en vragen worden gesteld.

De beeldplaatapplicatie ('Ruziën om de ruimte') vormt de basis van een rollenspel. Door middel van dit rollenspel worden leerlingen geconfronteerd met de conflicterende belangen van verschillende groeperingen bij de verdeling van beschikbare ruimte. De klas wordt verdeeld in groepen: recreanten, landbouwers en natuurbeschermers. De beeldplaat dient als informatiebron, ter voorbereiding op de klassikale presentatie van argumenten en de daarop volgende discussie die tot een bepaalde bestemming voor de ruimte in kwestie moet leiden.

Bij de tweede lessenreeks wordt door het begeleidende materiaal voor differentiatie gezorgd: er zijn verschillende versies voor respectievelijk klas 2, mavo-3 en havo/atheneum-3. In alle klassen beslaat deze cyclus tien lessen.

Werk aan Europa

Doel van de lessenreeks die in het teken staat van het onderzoekende leerparadigma, 'Werk aan Europa', is de leerlingen zo zelfstandig mogelijk een onderzoek te laten uitvoeren. Dit onderzoek dient, in acht lessen, een antwoord te geven op de vraag welke locatie in Europa het meest geschikt is voor de vestiging van een bepaald bedrijf. In tegenstelling tot de eerste twee lessencycli is hier sprake van een vergaande integratie van de CD-ROM- en beeldplaatapplicatie. De CD-ROM geeft informatie over kenmerken van bedrijven en kenmerken van acht verschillende gebieden in Europa. Tijdens het raadplegen van de CD-ROM ('Regio gezocht') kunnen de leerlingen bijbehorende fragmenten van de beeldplaat ('Grenzeloos ondernemen') bekijken. Daaraan voorafgaand raadplegen de leerlingen de Videotex-module 'Open Europa', waarin informatie wordt gegeven over recente ontwikkelingen in Europa. Aan de hand van een vergelijking van de vestigingsplaatsen van het bedrijf met de kenmerken van de Europese regio's en het overzicht van de recente ontwikkelingen in Europa, dienen de, in groepjes samenwerkende, leerlingen de beste locatie voor 'hun' bedrijf aan te geven. In de werkbladen wordt de leerlingen een structuur aangeboden bij de uitvoering van het onderzoek. Daarin zijn de vijf stappen van het model voor informatieverwerking terug te vinden.

Landschap in beweging

De laatste lessenreeks, 'Landschap in beweging', heeft betrekking op de ontwikkeling van het Nederlandse landschap, het voorkomen van verschillende landschapstypen en de invloed van de mens op de ontwikkeling van het landschap. Deze lessenreeks kenmerkt zich door een inhoudelijke en technische integratie van de drie gehanteerde media. De aansturing van de beeldplaat en het aanroepen van de Videotextoepassingen vinden plaats vanaf de CD-ROM. Leerlingen kunnen op deze manier

fragmenten van de beeldplaat oproepen terwijl zij informatie van de CD-ROM aan het bekijken zijn. Tevens kan op deze manier het telefoonmodem worden geactiveerd, waarna de geografische databank *GISET* wordt geraadpleegd. In videofragmenten wordt de ontwikkeling van de elf verschillende landschapstypen getoond. Kaarten, afbeeldingen en beschrijvingen verschaffen nadere informatie over het landschap. De invloed van de mens op het landschap wordt met name in de Videotext-applicatie uitgewerkt. De lessen staan in het teken van het zogenaamde taakverlichtende leerparadigma. De in het kader van deze lessenreeks ontwikkelde applicaties staan de docent meer vrijheid toe dan in de eerste drie reeksen het geval was. De docent kan zelf bepalen welke delen van de applicaties worden gebruikt en op welke manier deze worden gebruikt. Het ontwikkelde materiaal biedt mogelijkheden om te worden ingezet bij frontaal onderwijs, bij werken in groepjes en bij individueel werken. Ook hier is voorzien in begeleidend schriftelijk materiaal met opdrachten.

3.5 Faciliteiten, scholing en implementatiebegeleiding

Vier docenten van de vaksectie aardrijkskunde hebben in de schooljaren 1989/90 en 1990/91 gebruik gemaakt van de door GE ontwikkelde multimedia-applicaties. De vijfde docent van deze sectie, tevens conrector, bood ondersteuning in organisatorisch opzicht. Technische ondersteuning is geboden door een systeembeheerder. Bovendien is een zogenaamde klankgroep geformeerd, waarin vier docenten uit andere vaksecties zitting hadden. De klankgroep diende onder meer te studeren op de mogelijkheden om multimedia in andere vakken in te zetten.

Gezien de aanzienlijke tijdsinvestering die het project binnen de school zou vergen, is voorzien in een aantal taakuren voor de betrokkenen. De aan het project deelnemende aardrijkskundedocenten beschikten wekelijks over zes taakuren. De sectiecoördinator kon over acht taakuren beschikken. Voor systeembeheer waren eveneens acht taakuren beschikbaar. Voor de betrokken conrector waren drie taakuren gereserveerd, terwijl per lid van de klankgroep één taakuur per week beschikbaar was.

Ten behoeve van het project is een aardrijkskundelokaal ingericht als multimedia-lokaal, het 'PNM-lokaal'. In dit lokaal staan acht 'werkstations' ter beschikking van de leerlingen. Daarnaast is een werkstation beschikbaar voor de docent. Het lokaal is zodanig ingericht dat de helft van de klas met de werkstations kan werken terwijl tegelijkertijd de andere helft van de klas met andere lesactiviteiten bezig is. Daartoe zijn de leerlingwerkstations opgesteld aan één zijkant en aan de achterzijde van het klaslokaal. Het PNM-lokaal beschikt over acht telefoonlijnen, zodat via de afzonderlijke werkstations gebruik kan worden gemaakt van Videotex. Vanaf de derde les-

senreeks is er tevens een grootbeeldmonitor, die is gekoppeld aan het werkstation van de docent. Aan dit werkstation is tevens een laserprinter gekoppeld. Een leerlingwerkstation omvat de volgende apparatuur:

- Apple Macintosh IICX-computer, voorzien van 5MB RAM, 40 MB harde schijf, kleurenmonitor, muis en toetsenbord
- Apple CD-ROM-speler
- Sony Lasermax beeldplaatspeler met Philips RGB-monitor
- Repko 2000M Trio-modem
- Vier hoofdtelefoons (vanaf de tweede lessenreeks)

Uit kostenoverwegingen is gekozen voor het gebruik van twee verschillende monitoren. De hoofdtelefoons zijn aangeschaft omdat het gebruik van de beeldplaat in de eerste lessenreeks tot geluidsoverlast bleek te leiden (Goes, 1991).

Naast de ontwikkeling van de multimedia-applicaties, het bijbehorende leerlingmateriaal en de docentenhandleidingen, behoorde ook de onderwijskundige begeleiding van de invoering van de media in de lespraktijk tot de taken van Geografie voor Educatie. De begeleiding startte met scholing van de aardrijkskundedocenten en de systeembeheerder, voorafgaand aan het gebruik van de media in de les, de initiële scholing. Deze scholing besloeg een periode van acht weken en vergde een totale tijdsinvestering van ongeveer vijftig uur. Vervolgens werd de begeleiding voortgezet in de vorm van wekelijkse bijeenkomsten van drie uur met de betrokken personen. Doel van de initiële scholing was om de docenten vertrouwd te maken met de in het project toegepaste media en met de didactische aspecten van het project. Aangezien het de bedoeling was de docenten tevens te betrekken bij de ontwikkeling van de applicaties, diende de scholing ook om hen te informeren over de ontwikkelmethode. De wekelijkse bijeenkomsten na afloop van de initiële scholing boden ruimte voor zowel overleg als verdere scholing en implementatiebegeleiding. De initiële scholing en de implementatiebegeleiding zijn uitvoerig beschreven door Woleken (1991a, 1991b).

3.6 De beoordeling van het ontwikkelde lesmateriaal

Het Educatief Media Centrum heeft zich gebogen over de beeldplaat- en CD-ROM-applicaties die zijn toegepast in de eerste drie lessenreeksen van *Proefschool Nieuwe Media*. Tevens is het bijbehorende schriftelijke leerlingmateriaal geëvalueerd. Het verslag van de beoordeling biedt daarnaast een bespreking van de Videotex-toepassing die in het project is gebruikt, de *GISET*-databank (EMC, 1991).

De lessenreeks 'Actieve aarde'

De structuur van het programma dat gebruik maakt van de beeldplaat, is lineair. De volgorde van de onderwerpen ligt vast en het is niet mogelijk om stukken over te slaan. De leerling moet steeds keuzes maken uit het vraag- en antwoordmenu, terwijl per onderdeel maar één keuzemogelijkheid aanwezig is. Volgens de beoordelaars is de schermindeling niet altijd even gestructureerd. De videobeelden en animaties worden daarentegen zeer positief beoordeeld. Kritiek is er onder meer op het feit dat het commentaar bij de videofragmenten Engelstalig is. De CD-ROM-applicatie biedt meer vrijheid bij het selecteren van onderwerpen dan de beeldplaat. Er kan informatie over vulkanen en/of aardbevingen worden opgevraagd met behulp van knoppen op het scherm. Deze knoppen herbergen echter deels overlappende informatie. De beoordelaars geven de voorkeur aan het permanent zichtbaar maken van alle beschikbare informatie. Een aantal keuzemogelijkheden kan zowel via de knoppenbalk als via de menubalk worden opgeroepen. Dit is verwarrend.

De lessenreeks 'Alles in orde?'

Een sterk punt van de CD-ROM-applicatie vinden de beoordelaars de informatie die bij de start over het programma wordt gegeven. Bij de punten die voor verbetering vatbaar zijn, worden de gebruikte iconen genoemd. Deze zijn niet allemaal even duidelijk. De beeldplaatapplicatie wordt een goed voorbeeld van zinvol gebruik van multimedia in het onderwijs genoemd. Het programma is duidelijk van opzet en er is sprake van een directe relatie met het schriftelijke leerlingmateriaal. De schermindeling is zeer duidelijk en consistent. Een bezwaar is dat de leerlingen op bepaalde punten een vraag uit het vraagmenu moeten kiezen, terwijl maar één vraag beschikbaar is.

De lessenreeks 'Werk aan Europa'

Ook de derde beeldplaatapplicatie wordt positief beoordeeld door het EMC. Het programma wordt doordacht genoemd, de schermindeling is duidelijk en overzichtelijk en de iconen zijn nu functioneel ingedeeld. De leerling heeft een goede controle over de afspeelfuncties van de beeldplaat. Ook de bijbehorende CD-ROM biedt een zeer goed verzorgde presentatie, al is er kritiek op de gepresenteerde grafieken, die als vrij moeilijk worden beschouwd.

De Videotex-databank 'GISET'

In het beoordelingsverslag van het EMC wordt opgemerkt dat sommige onderdelen van de databank *GISET* via een ander medium beter tot hun recht zouden komen. Het gaat daarbij vooral om informatie zonder actualiteitswaarde. Bij het gebruik van andere media zou kunnen worden geprofiteerd van een snellere toegang tot en een betere grafische weergave van de gegevens. De opbouw van de geografische databank *GISET* biedt de mogelijkheid om dezelfde informatie langs verschillende wegen te bereiken. De beoordelaars noemen dat een voordeel in die zin dat op deze manier verschillende zoekstrategieën kunnen worden toegepast. Deze aanpak vormt echter ook een nadeel, omdat de structuur van de databank daardoor ondoorzichtiger wordt. Tevens wordt opgemerkt dat de terugtocht door de boomstructuur niet altijd verloopt volgens dezelfde route als de heenweg, hetgeen verwarrend werkt.

Het schriftelijke leerlingmateriaal

Het EMC concludeert dat het bij de applicaties behorende schriftelijke leerlingmateriaal vooral dient om de lesinhoud toegankelijk te maken en oefeningen aan te bieden. Het toegankelijk maken van de lesinhoud gebeurt door korte inleidingen en het geven van aanwijzingen. Qua taalgebruik en duidelijkheid voldoen de teksten volgens de beoordelaars redelijk voor de doelgroep. De oefeningen bestaan uit opdrachten tot het verzamelen van informatie met behulp van de multimedia-applicaties. Informatie over leerdoelen, de structuur van de applicaties en de structuur van de lessenreeksen, ontbreekt nagenoeg geheel. Dit geeft aanleiding tot kritiek. Een ander punt van kritiek vormt de indeling van het leerlingmateriaal, die volgens de beoordelaars niet consequent is.

3.7 Het evaluatie-onderzoek

Het project *Proefschool Nieuwe Media* onderscheidt zich van veel andere multimedia-projecten doordat ruime aandacht is geschonken aan de onderwijskundige inbedding van de toegepaste media en de ontwikkelde applicaties. Daarbij past een onderwijskundige evaluatie door een onafhankelijke instantie, dat wil zeggen een instantie die niet betrokken is bij de ontwikkeling van de applicaties. Het NIAM heeft het ITS verzocht deze evaluatie uit te voeren.

Het door het ITS uitgevoerde evaluatie-onderzoek is summatief van aard, maar heeft in het project tevens een beperkte formatieve functie vervuld. De opzet van het project, dat zich over twee schooljaren uitstrekte, was zodanig dat de eerste twee lessen-

cycli twee maal werden uitgevoerd. De ervaringen die de docenten daarmee hebben opgedaan, maakten - in combinatie met de eerste onderzoeksresultaten (zie NIAM, 1990a, 1990b) - bijstellingen in de uitvoering mogelijk. Door de tijdsdruk die het experiment kenmerkte, was echter slechts een zeer beperkte bijstelling mogelijk.

Bij het evaluatie-onderzoek zijn verschillende onderzoekstechnieken toegepast. Het betreft zes typen onderzoeksactiviteiten:

- het uitvoeren van lesobservaties
- het toetsen van de vaardigheid van leerlingen in het omgaan met informatie
- het toetsen van leervorderingen van leerlingen
- het maken van videoregistraties tijdens lessen
- het afnemen van vraaggesprekken
- het afnemen van vragenlijsten bij leerlingen

In hoofdstuk 4 wordt de opzet van het evaluatie-onderzoek nader beschreven. Daarbij worden verschillende niveaus onderscheiden waarop data worden verzameld. Per niveau wordt een overzicht gegeven van de vraagstellingen, de onderzoeksactiviteiten en -instrumenten en de uitgevoerde analyses. In hoofdstuk 5 wordt verslag gedaan van de resultaten van het onderzoek.

3.8 Samenvatting

In het project *Proefschool Nieuwe Media* hebben verschillende instanties samengewerkt om na te gaan wat de effecten zijn van het gedurende een langere periode toepassen van multimedia in het voortgezet onderwijs. Gedurende twee schooljaren hebben vier docenten van de aardrijkskundesectie van de proefschool gebruik gemaakt van multimediale leeromgevingen, in het onderwijs aan leerlingen in de tweede en derde klas van het mavo, havo en atheneum. Daarbij is gebruik gemaakt van de interactieve beeldplaat, CD-ROM en Videotex.

Inhoudelijk sluiten de lessen aan bij een bestaande aardrijkskundemethode, 'Werk aan de wereld'. In het kader van het experiment zijn vier lessenreeksen ontwikkeld. Deze ontwikkeling is gebaseerd op een onderwijskundig theoretisch kader waarin vier leerparadigma's een centrale rol spelen. Iedere lessenreeks staat in het teken van een bepaald paradigma. Ook ligt een model voor informatieverwerking ten grondslag aan het ontwikkelde materiaal. Bij het ontwikkelen van de leeromgevingen is gestreefd naar het werken in tweetallen of in grotere groepjes.

De proefschool heeft de beschikking gekregen over negen multimediale werkstations. Voor de docenten is voorzien in organisatorische en technische ondersteuning, scholing, implementatiebegeleiding en faciliteiten in de vorm van taakuren.

De algemene teneur van de beoordeling van de ontwikkelde applicaties door het Educatief Media Centrum is, dat het geheel een goed verzorgde indruk maakt, maar dat op een aantal punten verbeteringen gewenst zijn. Bepaalde aspecten variëren van applicatie tot applicatie, zoals de schermindeling en het menu- en icoongebruik. Het schriftelijke leerlingmateriaal biedt volgens de beoordeling voldoende aanknopingspunten om te dienen als inleiding en oefening, maar een opsomming van doelstellingen, een toelichting bij de structuur van de applicaties en een consequente indeling zouden dit materiaal kunnen verbeteren.

Om na te gaan wat de effecten zijn van het experiment, is evaluatie-onderzoek uitgevoerd. Daarbij zijn op verschillende niveaus vraagstellingen uitgewerkt. Verschillende onderzoeksactiviteiten en -instrumenten moeten leiden tot antwoorden op deze vragen. Dit onderzoek wordt in de volgende hoofdstukken beschreven.

4 Opzet van het evaluatie-onderzoek

Het door het ITS uitgevoerde evaluatie-onderzoek in het project *Proefschool Nieuwe Media* richt zich op de effecten van de invoering van multimediale leeromgevingen in het aardrijkskunde-onderwijs in de proefschool. Op grond van de uitgangspunten van het project, theorievorming rond leren in multimediale leeromgevingen en resultaten van onderzoek naar educatieve toepassingen van multimedia, worden vragen geformuleerd waarop het evaluatie-onderzoek antwoord dient te geven. In dit hoofdstuk worden deze vragen, de methoden van dataverzameling en de uitgevoerde analyses beschreven. Bij de selectie van relevante variabelen wordt aansluiting gezocht bij het model dat in hoofdstuk 2 is geschetst. Allereerst wordt echter ingegaan op enkele algemene uitgangspunten bij de opzet van het onderzoek.

4.1 Uitgangspunten bij de opzet van het onderzoek

Het evaluatie-onderzoek is opgezet volgens een experimenteel onderzoeksdesign, met een experimentele en een controlegroep. De leerlingen zijn aselekt over beide groepen verdeeld. Overigens geldt dat niet voor individuele leerlingen, maar voor klassen als geheel. De experimentele groep krijgt onderwijs waarbij gebruik wordt gemaakt van multimedia, terwijl de controlegroep les krijgt volgens de reguliere methode. Ondanks de mogelijke valkuilen bij een dergelijke aanpak, is ervoor gekozen om op een aantal punten een vergelijking te maken tussen leerlingen die leren in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen. Daarbij is getracht te voldoen aan de voorwaarden die in paragraaf 2.3 zijn geformuleerd. Door de ontwikkeling van de multimediale applicaties inhoudelijk te laten aansluiten bij de reguliere aardrijkskundemethode en door de docenten bij die ontwikkeling te betrekken, is qua leerinhoud een redelijke mate van vergelijkbaarheid gewaarborgd. De vier bij het project betrokken docenten geven zowel les in de experimentele als in de controlegroep, al is het niet steeds zo dat een bepaalde docent ook les geeft in een parallelklas die zonder multimedia werkt. Aan de voorwaarde dat gedurende een langere periode met multimedia wordt gewerkt, om de kans op het *Hawthorne*- en *novelty*-effect te verminderen, is in het PNM-project voldaan. De leerlingen hebben één à twee jaar gebruik gemaakt van de multimediale toepassingen.

Bij het uitwerken van de onderzoeksopzet hebben de leerparadigma's, die tot de onderwijskundige grondslagen van het project worden gerekend, een belangrijke rol gespeeld. Zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven, komen de paradigma's tot uitdrukking in de manier waarop vorm is gegeven aan de lessenreeksen. Deze koppeling aan duidelijk afgebakende lessenreeksen vergemakkelijkt een vergelijking tussen paradigma's. Tevens houdt die koppeling echter in dat elk paradigma is verbonden aan de leerinhouden die in de bijbehorende lessenreeks centraal staan.

De laatste lessenreeks, die in het teken van het taakverlichtende paradigma stond, heeft in het onderzoek minder aandacht gekregen. Daarvoor zijn twee oorzaken aan te wijzen. In de eerste plaats noopte tijdsdruk tot het stellen van andere prioriteiten. In de tweede plaats speelde het feit dat dit paradigma een andere plaats innam dan de andere paradigma's, een rol. Dit heeft zowel bij de ontwikkelaars als bij de docenten aanleiding gegeven tot onduidelijkheid over de wijze waarop dit paradigma in de les tot uiting moest komen (Goes, 1991). Hierdoor wordt de vergelijkbaarheid tussen de activiteiten in de vierde lessenreeks en de activiteiten in de andere lessenreeksen bemoeilijkt. In dit onderzoeksverslag zal het taakverlichtende paradigma daarom slechts zijdelings aan bod komen.

4.2 Het theoretische model in 'Proefschool Nieuwe Media'

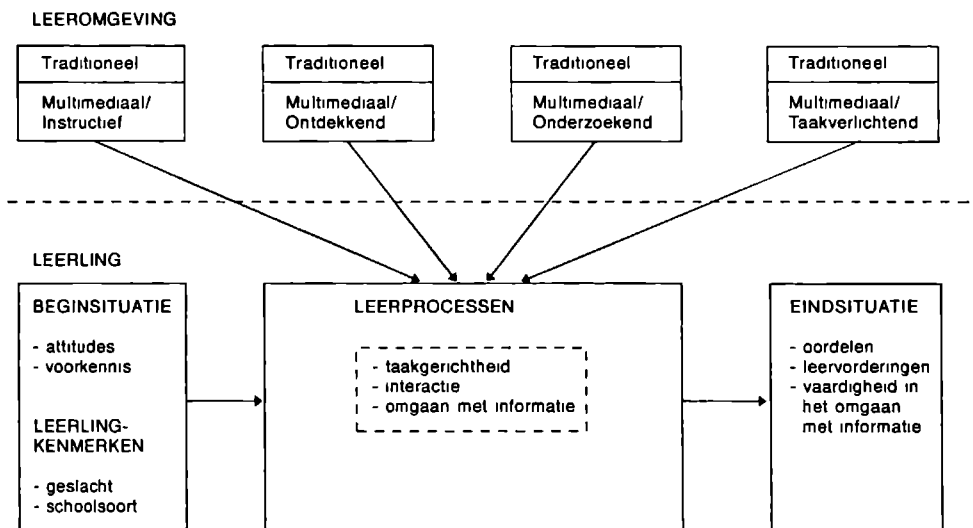
In hoofdstuk 2 is een overzicht gegeven van variabelen die van belang kunnen zijn bij de invoering van en het leren in multimediale leeromgevingen. Dit heeft geleid tot een model dat richting kan geven aan onderzoek naar dergelijke leeromgevingen. Bij het evaluatie-onderzoek dat in het kader van *Proefschool Nieuwe Media* is uitgevoerd, heeft dat model als uitgangspunt gediend. Uit praktische overwegingen zijn echter niet alle variabelen uit het model in het onderzoek opgenomen. Gezien de voorwaarden die in acht zijn genomen bij de selectie van de proefschool (zie paragraaf 3.2) en gezien de aandacht die er is besteed aan de faciliteiten (zie paragraaf 3.5) heeft het weinig zin achtergrondvariabelen op schoolniveau in het onderzoek op te nemen. Bovendien is het project beperkt tot één school, waardoor op schoolniveau geen vergelijking kan worden gemaakt. Wel is er op het niveau van de school in het onderzoek aandacht besteed aan de mate van implementatie van het gebruik van multimedia en aan de consequenties daarvan, zowel op kortere als op langere termijn.

Ook is besloten de docentkenmerken achterwege te laten in het onderzoek. De reden daarvoor ligt deels besloten in het gegeven dat beperkingen nodig waren bij het kiezen van de in het onderzoek te betrekken variabelen. Daarnaast heeft de opzet van

het project, zeker in het eerste jaar, ertoe geleid dat de vrijheid van individuele docenten om de leeromgevingen naar eigen inzicht aan te passen, zeer beperkt was. Daarmee kon geen grote invloed meer worden verwacht van achtergrondvariabelen op docentniveau. Het onderzoek richt zich wel op de effecten op de taak en de taakbeleving van de betrokken docenten. Tevens is onderzocht hoe de docenten oordelen over de manier waarop de leeromgevingen vorm hebben gekregen. Bovendien is nagegaan op welke manier zij na afloop van het project met de leeromgevingen zijn gaan werken.

Het grootste deel van de in het onderzoek ontplooiende activiteiten heeft betrekking op het leerlingniveau. Daarbij wordt in een longitudinale opzet gezocht naar effecten, waarbij rekening wordt gehouden met een aantal achtergrondvariabelen. Uit het overzicht dat in hoofdstuk 2 is gepresenteerd, is een selectie gemaakt. Figuur 4.1 laat het model zien dat in het onderzoek naar effecten op leerlingniveau is gehanteerd.

Figuur 4.1 - De evaluatie van Proefschool Nieuwe Media: het leerlingniveau



In het model wordt nagegaan welke effecten bij leerlingen worden bereikt als zij worden geconfronteerd met multimediale leeromgevingen, rekening houdend met bepaalde leerlingkenmerken en gecorrigeerd voor de beginsituatie. Ter vergelijking dient een groep die op de traditionele manier les krijgt. Omdat de feitelijke leerpro-

cessen niet te meten zijn, wordt hier gekozen voor enkele variabelen die een indicatie daarvan kunnen geven.

Met het oog op de inpasbaarheid van het onderzoek in de lespraktijk is besloten tot enige terughoudendheid in het aantal op te nemen variabelen. Zo zijn, om de hoeveelheid bij leerlingen af te nemen toetsen te beperken, de variabelen 'intelligentie/leervermogen' en leerstijl niet gemeten. De schoolsoort (mavo/havo/atheneum) is opgenomen als indicatie van de intelligentie en het leervermogen van de leerlingen. Zoals eerder aangegeven, bestaan er verschillende operationalisaties van het begrip 'leerstijl', hetgeen de opname van deze variabele in het onderzoek bemoeilijkte. De mate waarin de leerlingen vóór de start van het experiment ervaring hebben opgedaan met het gebruik van de computer of multimedia, is eveneens buiten beschouwing gelaten. Alle leerlingen hadden namelijk al tijdens het eerste brugjaar regelmatig met computers gewerkt, zodat op dit punt geen al te grote verschillen mogen worden verwacht. Het opnemen van de leeftijd als achtergrondvariabele had weinig zin, omdat alle leerlingen ongeveer even oud waren.

In de volgende paragrafen worden de in het onderzoek te beantwoorden vragen, de wijze van dataverzameling en de uitgevoerde analyses uitgewerkt. Daarbij wordt achtereenvolgens ingegaan op de leerling, de docent en de leeromgeving, en de school.

4.3 De leerling

De leerling vormt het eerste niveau van dataverzameling in het evaluatie-onderzoek. In onderzoek naar toepassingen van multimedia speelt de vraag naar de effecten die bij leerlingen worden bereikt, doorgaans de hoofdrol. De verzameling van gegevens bij individuele leerlingen vormt ook bij de evaluatie van *Proefschool Nieuwe Media* een wezenlijk onderdeel. Op grond van de doelstellingen van het PNM-project, en rekening houdend met resultaten van ander onderzoek, worden op leerlingniveau vijf onderwerpen onderscheiden:

- 1) De taakgerichtheid
- 2) De interactie
- 3) De invloed van het werken met multimedia op de leervorderingen
- 4) De invloed van het werken met multimedia op de vaardigheid van de leerlingen in het omgaan met informatie
- 5) Het oordeel van de leerlingen over het leren in multimediale leeromgevingen

4.3.1 Vraagstellingen en hypothesen

Taakgerichtheid

In hoofdstuk 2 is melding gemaakt van onderzoeken die een positieve invloed van het werken met multimedia op de taakgerichtheid van leerlingen lieten zien. Branson (1988) stelt dat goede educatieve programma's zich onderscheiden van minder goede programma's doordat de leerlingen die ermee werken meer taakgericht bezig zijn. Dit kan leiden tot betere leerresultaten, voor zover er geen andere factoren zijn die een negatieve uitwerking op die resultaten hebben. In het PNM-project kan op dit punt een vergelijking worden gemaakt tussen de taakgerichtheid in multimediale leeromgevingen en de taakgerichtheid in traditionele leeromgevingen. Op grond van de eerder aangehaalde onderzoeksresultaten kan de *hypothese* worden geformuleerd dat leerlingen in multimediale leeromgevingen meer taakgericht werken dan leerlingen in traditionele leeromgevingen. De eerste onderzoeksvraag luidt daarom als volgt:

1. *Zijn er verschillen in de mate van taakgerichtheid tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?*

De toepassing van verschillende leerparadigma's heeft geleid tot een ontwikkeling van een gestructureerde naar een open leeromgeving in de eerste drie lessenreeksen. Daardoor ontstaat de mogelijkheid om na te gaan of er een samenhang is tussen deze ontwikkeling en de taakgerichtheid van de leerlingen. De gedachte dat een open leeromgeving de leerlingen meer stimuleert tot activiteit dan een gesloten leeromgeving (Duffy & Knuth, 1990; Simpson, 1994), leidt tot de *hypothese* dat leerlingen in een open leeromgeving meer taakgericht zijn. Deze hypothese wordt getoetst via de tweede onderzoeksvraag:

2. *Zijn er verschillen in de mate van taakgerichtheid van leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen die kunnen worden gerelateerd aan het achterliggende leerparadigma?*

Interactie

Binnen *Proefschool Nieuwe Media* wordt bevorderd dat leerlingen in tweetallen of grotere groepen werken. Daardoor wordt de interactie tussen leerlingen bevorderd. Resultaten van ander onderzoek laten zien dat bij dergelijke werkvormen inderdaad sprake is van meer interactie. Ook in dit onderzoek wordt nagegaan of dat het geval

is. De *hypothese* luidt dat er in de multimediale leeromgeving meer interactie tussen leerlingen zal voorkomen dan in de traditionele leeromgeving.

3. *Zijn er verschillen in de mate waarin interactie plaatsvindt tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die les krijgen in traditionele leeromgevingen?*

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de docent in een multimediale leeromgeving een meer begeleidende rol gaat vervullen en minder tijd besteedt aan frontaal doceren. Een begeleidende rol impliceert dat individuele leerlingen meer gelegenheid krijgen om vragen aan de docent te stellen dan in een traditionele instructiesituatie het geval is. Dit leidt tot de *hypothese* dat er meer interactie tussen de leerlingen en de docent voorkomt in de klassen die leren in multimediale leeromgevingen. De bijbehorende onderzoeksvraag luidt als volgt:

4. *Zijn er verschillen in de mate waarin interactie plaatsvindt tussen leerlingen en de docent tijdens het leren in multimediale leeromgevingen in vergelijking met het leren in traditionele leeromgevingen?*

Leervorderingen

Onvolkomenheden in de gehanteerde onderzoeksopzet hebben in het verleden vaak geleid tot de conclusie dat het gebruik van multimedia een positieve invloed heeft op de leervorderingen (zie hoofdstuk 2). De leervorderingen staan onder invloed van talloze factoren. Het onder controle houden van die factoren is een probleem bij de uitvoering van evaluatie-onderzoek. Op verzoek van de Stuurgroep Nieuwe Media is ook in het onderzoek naar de effecten van *Proefschoon Nieuwe Media* aandacht besteed aan de leervorderingen. Overigens maakt het streven naar betere leerprestaties geen deel uit van de doelstellingen van het project. Daarbij komt bovendien dat leerlingen in de experimentele groep zich vaardigheden in het omgaan met multimedia eigen moeten maken en dat zij zich moeten bekwamen in het omgaan met relatief grote hoeveelheden informatie. Dit zou zelfs een negatief effect op de leerprestaties kunnen hebben. Mede op grond van de in hoofdstuk 2 aangehaalde overwegingen kan als *hypothese* worden uitgesproken dat er in het PNM-project geen verschil in leervorderingen tussen de experimentele en de controlegroep zal worden gevonden. De vijfde vraag die het onderzoek dient te beantwoorden, luidt:

5. *Zijn er verschillen in leervorderingen tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?*

Vaardigheid in het omgaan met informatie

In de multimediale leeromgevingen die in het kader van *Proefschool Nieuwe Media* zijn ontwikkeld, speelt het (leren) omgaan met informatie een belangrijke rol. Leerlingen moeten zich toegang kunnen verschaffen tot (grote hoeveelheden) informatie en zij moeten daar op een zinvolle wijze gebruik van kunnen maken. Een van de doelen van het PNM-project is dat leerlingen, door aan het experiment deel te nemen, vaardiger worden in het omgaan met informatie (NIAM, 1989). Een middel om die doelstelling te bereiken is de integratie van het model voor informatieverwerking in de ontwikkelde applicaties. De *hypothese* is derhalve dat leerlingen in de experimentele groep vaardiger worden in het omgaan met informatie dan leerlingen in de controlegroep. Een belangrijke vraag voor het evaluatie-onderzoek is, of dit inderdaad het geval is:

6. *Zijn er verschillen in de vaardigheid in het omgaan met informatie tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?*

Oordelen van leerlingen over het leren in multimediale leeromgevingen

Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat de oordelen van leerlingen over het leren in multimediale leeromgevingen positief zijn. Wel zijn er aanwijzingen dat deze gunstige invloed van het gebruik van multimedia na verloop van tijd afneemt en dat meisjes op dit punt minder positief zijn dan jongens. Ook zouden meisjes in multimediale leeromgevingen meer behoefte hebben aan het werken in groepjes dan jongens en zouden zij aan het gebruik van multimedia minder invloed op de leervorderingen toedichten dan jongens. Het bovenstaande leidt tot de formulering van de volgende vragen:

7. *Hoe waarderen de leerlingen het werken met multimedia? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert de waardering naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?*
8. *Welke invloed verwachten de leerlingen van het gebruik van multimedia op de leerresultaten? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert deze verwachting naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?*

9. *Hoe oordelen de leerlingen over de duidelijkheid van de programma's waarmee zij hebben gewerkt? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert dat oordeel naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?*
10. *Hoe oordelen de leerlingen over de samenwerking met andere leerlingen tijdens het werken met multimedia? Geven de leerlingen de voorkeur aan samenwerking of aan alleen werken? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert die voorkeur naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?*

Ten aanzien van het leren met multimedia wordt de *hypothese* geformuleerd dat leerlingen dit waarderen. Daaraan wordt de hypothese toegevoegd dat meisjes minder positief staan ten opzichte van het leren met multimedia dan jongens en dat meisjes een sterkere voorkeur hebben voor het werken in groepjes dan jongens.

4.3.2 Dataverzameling

In het schooljaar 1989/90 behoorden 178 leerlingen tot de experimentele groep en 131 tot de controlegroep, verdeeld over zes tweede en zes derde klassen. In het schooljaar 1990/91 waren er eveneens zes tweede klassen. Het aantal derde klassen was uitgebreid tot zeven. De experimentele groep omvatte 186 leerlingen, terwijl 115 leerlingen deel uitmaakten van de controlegroep. Bijlage 1 geeft een overzicht per klas.

Bij de verzameling van data ten behoeve van de beantwoording van de tien onderzoeksvragen naar effecten bij leerlingen, zijn vijf verschillende typen onderzoeksactiviteiten toegepast:

- het uitvoeren van lesobservaties
- het maken van videoregistraties
- het afnemen van leervorderingstoetsen
- het afnemen van toetsen om de vaardigheid in het omgaan met informatie te meten
- het enquêteren van leerlingen met behulp van leerlingvragenlijsten

Hieronder wordt voor de vijf onderwerpen die in paragraaf 4.3 zijn genoemd, beschreven hoe de dataverzameling is opgezet. Aangezien de dataverzameling op het gebied van de taakgerichtheid en de interactie gelijktijdig - en op dezelfde manier - heeft plaatsgevonden, zijn deze beide onderwerpen bij de onderstaande beschrijving samengevoegd.

Taakgerichtheid en interactie

Het onderdeel van het evaluatie-onderzoek dat zich richt op de taakgerichtheid van de leerlingen en de interactie tijdens de les, kent als belangrijkste onderzoeksactiviteit de uitvoering van lesobservaties. Daarnaast is een beperkt aantal video-opnamen gemaakt van leerlingen tijdens het werken met multimedia.

De lesobservaties dienden kwantificeerbare gegevens op te leveren over de mate van taakgerichtheid van de leerlingen en over de hoeveelheid interactie in de klas. Daarnaast moesten zij de mogelijkheid bieden om kwalitatieve gegevens te verzamelen. Bij de lesobservaties is gebruik gemaakt van draagbare computers. Hiervoor is een menugestuurd observatieschema ontwikkeld (De Graauw, 1990). Een van de voordelen van dit systeem vormt de mogelijkheid om een nauwkeurige tijdsregistratie van de verrichtingen van de geobserveerde leerlingen te verkrijgen.

De kwantitatieve component van de lesobservaties sluit aan bij de opzet die eerder door Mooij is ontwikkeld (Mooij, 1990a). Gedurende ongeveer de helft van de les wordt één bepaalde leerling systematisch door twee observatoren geobserveerd. Vervolgens wordt een andere leerling gekozen die de rest van de les wordt geobserveerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een gestructureerd observatieschema, dat twee hoofdcategorieën omvat:

- 1) de lesactiviteit waarbij de leerling betrokken is
- 2) het taakgedrag van de leerling

Eerst wordt aangegeven bij welke lesactiviteit de leerling op het moment van observeren betrokken is. Vervolgens wordt het taakgedrag van de leerling gescoord. De verschillende categorieën van taakgedrag zijn ontleend aan de categorieën die Mooij hanteert (Mooij, 1987) en die eerder werden onderscheiden door Evertson, Emmer en Clements (1980). De belangrijkste vier soorten van taakgedrag in deze opzet zijn respectievelijk inhoudelijk taakgericht, procedureel taakgericht, wachtend en afgeleid. De interactie tussen leerlingen onderling en tussen leerlingen en de docent is opgenomen in de categorieën die betrekking hebben op taakgericht gedrag. Het resulterende schema ziet er als volgt uit:

- 1) inhoudelijk taakgericht
- 2) inhoudelijk taakgericht; interactie leerling-leraar
- 3) inhoudelijk taakgericht; interactie leerling-leerling
- 4) procedureel taakgericht
- 5) procedureel taakgericht; interactie leerling-leraar
- 6) procedureel taakgericht; interactie leerling-leerling
- 7) wachtend

- 8) afgeleid
- 9) disciplinair
- 10) taak afgerond
- 11) niet scorbaar

'Inhoudelijk taakgericht' houdt in dat de geobserveerde leerling bezig is met de (inhoudelijke) taak waarmee hij of zij wordt geacht bezig te zijn, zoals het uitvoeren van een opdracht of het luisteren naar inhoudelijke uitleg. De categorie 'procedureel taakgericht' heeft betrekking op activiteiten die wel met de les te maken hebben, maar die geen betrekking hebben op inhoudelijke aspecten van de les, zoals het opstarten van de computer, het luisteren naar procedurele uitleg die de docent geeft, het noteren van huiswerk en dergelijke. De categorie 'wachtend' geeft aan dat de leerling niet verder kan met de taak waarmee hij of zij bezig is, bij voorbeeld in verband met het wachten op hulp van de docent. 'Afgeleid' duidt op het feit dat de aandacht van de leerling is afgeleid van de ten behoeve van het leren uit te voeren bezigheden. 'Disciplinair' wordt gescoord indien de leerling door de docent wordt terechtgewezen. De betekenis van de categorie 'taak afgerond' spreekt voor zich. De categorie 'niet scorbaar' wordt gekozen indien het taakgedrag van de geobserveerde leerling op een bepaald moment niet in één van de bovengenoemde categorieën kan worden ondergebracht.

Het computerprogramma dat bij de observaties wordt gebruikt, biedt naast het gestructureerde observatieschema de mogelijkheid om notities te maken. Deze mogelijkheid is ingebouwd om recht te kunnen doen aan de kwalitatieve component van de lesobservaties. Hierdoor was het mogelijk om tijdens de les opgedane indrukken vast te leggen. Zo ontstaan per geobserveerde les twee computerbestanden: een bestand met kwantitatieve observatiegegevens, oftewel de registraties van de lesactiviteiten en het taakgedrag van de gevolgde leerlingen, en een bestand met kwalitatieve observatiegegevens, in de vorm van tijdens de les gemaakte notities.

De lesobservaties zijn in het schooljaar 1989/90 uitgevoerd in zowel de experimentele als controlegroep in de tweede klassen (mavo-2 en brugklas-2). In het schooljaar 1990/91 zijn de observaties voortgezet in de derde klassen, bij dezelfde groep leerlingen die reeds in het schooljaar 1989/90 in de tweede klas was geobserveerd. Daarnaast zijn in het schooljaar 1990/91 observaties uitgevoerd tijdens de hernieuwde uitvoering van de eerste twee lessenreeksen, in de toenmalige tweede klassen. De analyses van de verzamelde kwantitatieve gegevens hebben betrekking op zevenentachtig lessen. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de verdeling van deze lessen over de twee schooljaren, de vier lessenreeksen, de experimentele en controlegroep en de tweede en derde klassen.

Tabel 4.1 - Aantallen geobserveerde lessen die in de kwantitatieve analyses zijn opgenomen

	----- schooljaar 1989/90 -----		----- schooljaar 1990/91 -----	
	exp. groep	contr.groep	exp. groep	contr.groep
Actieve Aarde (klas 2)	18	7	5	0*
Alles in orde? (klas 2)	20	7	10	0*
Werk aan Europa (klas 3)	nvt	nvt	13	0**
Landschap in beweging (klas 3)	nvt	nvt	5	2
totaal	38	14	33	2

Toelichting:

- * Bij de tweede uitvoering van de lessenreeksen 'Actieve Aarde' en 'Alles in orde?' is alleen in de experimentele klassen geobserveerd.
- ** Tijdens de lessenreeks 'Werk aan Europa' werd in de controlegroep een ander onderwerp behandeld. Daarom zijn de observaties gericht op de experimentele groep.

Het merendeel van de geobserveerde lessen heeft geleid tot observatiegegevens van twee observatoren. Van dertien lessen zijn slechts gegevens beschikbaar die zijn verzameld door één observator. De oorzaak hiervan ligt voornamelijk bij de beschikbaarheid van de onderzoekers. Daarnaast zijn in enkele gevallen gegevens verloren gegaan door problemen van technische aard. Zoals reeds eerder aangegeven, hebben de lessen in het kader van het taakverlichtende paradigma, in de lessenreeks 'Landschap in beweging', in het onderzoek relatief weinig aandacht kunnen krijgen. Dit is onder meer terug te vinden in het beperkte aantal geobserveerde lessen in deze reeks. Om de inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid te bepalen, is de coëfficiënt kappa (Cohen, 1960) berekend over de lessen waarvan data van beide observatoren beschikbaar zijn. Deze coëfficiënt geeft een beeld van de proportie overeenstemming tussen de data van de observatoren, na correctie voor mogelijk toevallige overeenstemming. De gemiddelde kappa-waarde over deze 74 lessen bedraagt .64, met een standaarddeviatie van .11. Doordat het toegepaste computerprogramma een exacte tijdsregistratie mogelijk maakt, konden de door de beide observatoren verzamelde gegevens van seconde tot seconde met elkaar worden vergeleken. Aangezien een dergelijke vergelijking de strengst mogelijke controle op de betrouwbaarheid vormt, mag de gevonden kappa-waarde als tevredenstellend worden beschouwd. Bijlage 4 geeft een overzicht van de geobserveerde lessen en de bijbehorende kappa-scores.

Eén van de uitgangspunten bij de opzet van de lesobservaties was dat zo veel mogelijk van de tijdens de eerste lessenreeks in het schooljaar 1989/90 geobserveerde leerlingen ook in de drie daarop volgende lessenreeksen zouden worden geobserveerd. De aldus verkregen data zouden dan op leerlingniveau kunnen worden geanalyseerd. Door verschillende oorzaken is deze opzet echter niet haalbaar gebleken. Daarbij speelde een rol dat een aantal leerlingen in het schooljaar 1990/91, bij de overgang van de tweede naar de derde klas, in een andere experimentele conditie terecht kwam, dat de keuze van te observeren lessen deels afhankelijk was van de samenstelling van het lesrooster en dat er in de laatste lessenreeks weinig lessen zijn geobserveerd. Bij de analyses is daarom gekozen voor het aggregeren van de observatiegegevens op lesniveau (zie paragraaf 4.3.3). Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal leerlingobservaties. Tijdens het onderzoek zijn 174 leerlingen minimaal één keer geobserveerd.

Tabel 4.2 - Aantallen leerlingobservaties

	aantal leerlingen	----- aantal observaties per leerling -----			
		1 maal	2 maal	3 maal	4 maal
Jaargang 89/90 (experimentele groep)	49	8	26	11	4
Jaargang 89/90 (controlegroep)	14	4	6	4	0
Jaargang 90/91 (experimentele groep)	30	28	2	nvt	nvt
Jaargang 90/91 (controlegroep)	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
totaal	93	40	34	15	4

Bij de selectie van te observeren leerlingen is gestreefd naar een vertegenwoordiging van leerlingen van verschillend prestatieniveau. Met dat doel is vóór de start van de eerste lessenreeks een lijst van te observeren leerlingen opgesteld, aan de hand van de resultaten van de voormeting van de leervorderingentoets bij deze lessenreeks en de voormeting van de toets informatievaardigheden. Tijdens de observaties zijn leerlingen willekeurig uit deze lijst geselecteerd, rekening houdend met het streven dat iedere leerling van de lijst tijdens elke lessenreeks één maal zou worden geobserveerd. Bij de tweede reeks observaties in de tweede klas, in het schooljaar 1990/91, zijn leerlingen willekeurig in de klas geselecteerd. Op dat moment is als uitgangspunt genomen dat willekeurige selectie voldoende waarborg biedt voor spreiding naar prestatieniveau.

Doordat bij de lesobservaties sprake was van observatie op (enige) afstand, kan daaruit weinig informatie over de inhoud van de interactie tussen leerlingen onderling en tussen de leerlingen en de docent worden afgeleid. Ter aanvulling op de systematische lesobservaties is daarom een beperkt aantal video-opnamen gemaakt van groepen leerlingen tijdens het werken met multimedia in de les. Deze geven niet alleen informatie over interactie, maar ook over de manier waarop leerlingen te werk gaan tijdens het leren in multimediale leeromgevingen. De videoregistraties omvatten opnamen van de beelden op het computerscherm van het werkstation dat door de desbetreffende leerlingen is gebruikt. Daarbij zijn met een tweede videocamera tegelijkertijd opnamen gemaakt van de leerlingen in kwestie. Deze beelden zijn met behulp van een videomengpaneel gecombineerd met de beelden van het computerscherm. Tevens zijn geluidsopnames gemaakt van de gesprekken die de leerlingen onderling en met de docent voeren tijdens het werken met multimedia. De beeldkwaliteit is over het algemeen goed. De handelingen die de leerlingen verrichten, zijn goed te volgen. Bij enkele opnamen is het geluid echter slecht, door een combinatie van achtergrondgeluiden en zacht praten door de leerlingen in kwestie.

In brugklas-2 (klas B2b) zijn tijdens de lessenreeks in het kader van het instructieve paradigma, 'Actieve aarde', in het schooljaar 1990/91 video-opnamen gemaakt. In datzelfde schooljaar zijn tijdens de uitvoering van de lessen die in het teken van het onderzoekende paradigma stonden ('Werk aan Europa') opnamen gemaakt in derde klassen. Het gaat daarbij om een mavo-klas (M3b) en een atheneum-klas (A3a). Er zijn registraties gemaakt van vijftien sessies. Daarbij werkten de leerlingen in de tweede klas in tweetallen, terwijl de leerlingen van de derde klassen in groepjes van drie werkten. De leerlingen zijn geselecteerd aan de hand van het eindrapport van het schooljaar 1989/90. Er is gekozen voor leerlingen die gemiddeld hebben gepresteerd, zowel wat het rapportcijfer voor aardrijkskunde betreft, als wat de cijfers voor de andere vakken betreft. Op deze manier wordt getracht te voorkomen dat de video-opnamen leerlingen laten zien die (aanzienlijk) hoger of lager dan gemiddeld presteren.

Leervorderingen

Ter beantwoording van de vraag naar eventuele effecten van het PNM-project op de leervorderingen, zijn leervorderingentoetsen ontwikkeld. De oorspronkelijke opzet voorzag in het afnemen van toetsen in alle vier lessenreeksen die in het kader van het project zijn uitgevoerd. Daarbij is gekozen voor een experimentele opzet, waarbij een vergelijking wordt gemaakt tussen resultaten van leerlingen die met multimedia hebben gewerkt (experimentele groep) en leerlingen die niet met multimedia hebben

gewerkt (controlegroep). Een dergelijke vergelijking heeft echter alleen zin als de leerstof, zowel qua inhoud als qua hoeveelheid tijd die aan het verwerken ervan is besteed, vergelijkbaar is. Binnen het PNM-project was die vergelijkbaarheid voldoende gewaarborgd voor zover er sprake was van leerstofvervangend gebruik van de multimediale toepassingen.

Tijdens de eerste lessenreeks vervingen de ontwikkelde applicaties onderdelen van de in de reguliere lessen gebruikte methode. Weliswaar werd tijdens deze lessenreeks meer tijd besteed aan het onderwerp 'Actieve aarde' dan tijdens andere schooljaren het geval was, maar doordat de docenten aanvullend schriftelijk lesmateriaal ontwikkelden voor de controlegroep, bleven de lessen in deze cyclus qua leerinhoud vergelijkbaar. Tijdens de tweede lessencyclus ('Alles in orde?') was alleen de CD-ROM-applicatie leerstofvervangend. De leervorderingentoets heeft dan ook alleen betrekking op dit deel van de leerstof. Tijdens de derde lessenreeks ('Werk aan Europa') was uitsluitend sprake van de inzet van multimedia als aanvulling op de reguliere leerstof, terwijl dat in de vierde lessenreeks ('Landschap in beweging') grotendeels het geval was. Leerlingen in de experimentele groep hebben daardoor tijdens deze lessenreeksen meer oefening gekregen dan leerlingen in de controlegroep, hetgeen een vergelijking tussen beide groepen op het punt van de leervorderingen weinig zinvol maakt. Daarom zijn uitsluitend tijdens de eerste twee lessenreeksen leervorderingentoetsen afgenomen. Deze toetsing heeft tijdens twee achtereenvolgende schooljaren plaatsgevonden. Tabel 4.3 geeft een overzicht van de klassen in de experimentele en controlegroep waarin leervorderingentoetsen zijn afgenomen.

Tabel 4.3 - Afname van de leervorderingentoetsen in experimentele en controlegroep

	--- schooljaar 1989/90 ---		--- schooljaar 1990/91 ---	
	exp. groep	contr.groep	exp. groep	contr.groep
Actieve Aarde				
- mavo-2	M2b/M2c	M2a	M2a/M2c	M2b
- brugklas-2 (havo/atheneum)	B2a/B2c	B2b	B2b/B2c	B2a
- mavo-3	M3a	M3b		
- havo-3	H3b	H3a		
- atheneum-3	A3b	A3a		
Alles in orde?				
- mavo-2	M2b/M2c	M2a	M2a/M2c	M2b
- brugklas-2 (havo/atheneum)	B2a/B2c	B2b	B2b/B2c	B2a
- mavo-3	M3a	M3b		
- havo-3	H3b	H3a		
- atheneum-3	A3b	A3a		

Om de invloed van reeds aanwezige voorkennis onder controle te houden, zijn de toetsen steeds - in een en dezelfde versie - in een voor- en een nameting afgenomen. Het ten behoeve van de toetsing van de leervorderingen gehanteerde onderzoeksdesign wordt door Cook en Campbell (1979) gekenschetst als *Untreated Control Group Design with Pretest and Posttest*. Tussen beide metingen ligt steeds een periode van ongeveer twee maanden, zodat de kans op mogelijke leereffecten op grond van herhaalde meting met dezelfde toets (*testing*), gering is (Campbell & Stanley, 1971). Na de voormeting hebben de leerlingen geen inzage gekregen in de gecorrigeerde toetsformulieren. De nameting is steeds in dezelfde les afgenomen als de reguliere repetitie. Daarbij is de nameting voor een deel meegeteld bij de bepaling van het cijfer dat de leerling voor de repetitie kreeg. Aan de voormeting was geen waardering verbonden. De toets 'Actieve aarde' is in het schooljaar 1989/90 voorgelegd aan de tweede en derde klassen. In het daarop volgende schooljaar werd de bijbehorende applicatie uitsluitend in de tweede klassen uitgevoerd. De toets die toen is afgenomen, was op grond van de resultaten van de uitgevoerde itemanalyses aangepast. De CD-ROM-applicatie bij 'Alles in orde?' en de daarmee corresponderende lessen in de controlegroep werden in het schooljaar 1989/90 door middel van drie verschillende toetsversies getoetst (mavo-2/brugklas-2; mavo-3; havo-3/atheneum-3). Een jaar later werd de toets die voor de tweede klassen was gebruikt, in een aangepaste versie voorgelegd aan de toenmalige tweede klassen.

De leervorderingentoetsen zijn samengesteld uit meerkeuzevragen die betrekking hebben op de leerstof die tijdens de aardrijkskundelessen wordt behandeld. Bij de samenstelling van de toetsen is uitgegaan van het overzicht van leerinhouden dat de docentenhandleiding van de methode 'Werk aan de wereld' (De Goirlese werkgroep, 1985, 1986) verstrekt. Daarnaast is rekening gehouden met de op schrift gestelde leerdoelen die de sectie aardrijkskunde van de proefschool hanteert. Bij de itemconstructie is gebruik gemaakt van de toetsenbundel bij de methode 'Werk aan de wereld'. De conceptversies van de toetsen zijn ter becommentariëring voorgelegd aan de docenten. Met het oog op de inpassing in de lessen is er naar gestreefd de afname van de leervorderingentoetsen niet langer dan vijftien minuten in beslag te laten nemen. Hierdoor moest het aantal items per toets beperkt blijven. Bijlage 2 geeft een indruk van de items die deel uitmaakten van de leervorderingentoetsen. Per item wordt melding gemaakt van respectievelijk de p-waarde bij de voor- en de nameting en de item-restcorrelaties bij de nameting (Dousma & Horsten, 1980). Aan de hand van deze gegevens is besloten welke items in aanmerking kwamen om te worden verwijderd. Het gaat daarbij om de volgende items:

- items met een p-waarde hoger dan .85 bij de voormeting
- items met een p-waarde lager dan .25 bij de nameting
- items met een lagere p-waarde bij de nameting dan bij de voormeting
- items met een negatieve item-restcorrelatie bij de nameting

Zoals de overzichten in bijlage 2 laten zien, blijken de item-restcorrelaties in het algemeen niet hoog te zijn. Bij het samenstellen van de toetsen is echter niet in de eerste plaats gestreefd naar het construeren van een coherent geheel, maar naar het maken van toetsen die inhoudelijk een afspiegeling vormen van de onderwerpen die in de desbetreffende lessenreeksen worden behandeld. Na verwijdering van de items die op de voormeting te gemakkelijk bleken, laten de nametingen van de toetsen zien dat er sprake is van leervorderingen. Daaruit kan worden opgemaakt dat deze toetsen voldoen aan het beoogde doel: het meten van leervorderingen op het gebied van aardrijkskundige onderwerpen die in de desbetreffende lessenreeksen zijn behandeld. Uitzonderingen hierop vormen de toetsen bij de lessenreeks 'Alles in orde?' die in het schooljaar 1989/90 in de derde klassen zijn afgenomen. Hieronder wordt verder ingegaan op dit punt.

De toets 'Actieve aarde' die in het schooljaar 1989/90 is afgenomen, omvatte oorspronkelijk achtendertig items met betrekking tot de onderwerpen vulkanisme en aardbevingen. Daarvan is de helft op grond van de itemanalyses geschrapt. Elf van deze items behaalden bij de voormeting een p-waarde die hoger is dan .85. De resterende negentien items zijn te verdelen in vier vierkeuze-items en vijftien tweekeuze-items. De groep leerlingen in de tweede klas die zowel de voor- als de nameting van deze toets heeft gemaakt, bestaat uit 124 personen. In de derde klas hebben 127 leerlingen aan beide toetsafnames deelgenomen.

De toets 'Actieve aarde' die in het schooljaar 1990/91 is afgenomen, is een op verschillende punten herziene versie van de eerder afgenomen toets. Doel van deze aanpassing was om de toets moeilijker te maken. Het aantal items is teruggebracht tot veertien. Na de itemanalyses zijn vijf items verwijderd, waarvan één in verband met een te lage moeilijkheidsgraad. De resterende negen toetsvragen bestaan uit acht vierkeuze-items en één vraag met twee antwoordmogelijkheden. Deze toets heeft gegevens van 122 leerlingen opgeleverd.

Van de drie versies van de toets 'Alles in orde?' die in het schooljaar 1989/90 is afgenomen, zal uitsluitend de versie die aan de leerlingen van de tweede klassen is voorgelegd, worden geanalyseerd. In de tweede klas is de toets gemaakt door 144 leerlingen. Van de elf items zijn er vier na de itemanalyses vervallen, waarvan één in verband met een te hoge p-waarde bij de voormeting. De overgebleven zeven toets-

vragen bestaan uit één open vraag en zes vierkeuze-items. De in mavo-3 afgenomen nameting liet bij één van de beide klassen geen significante vorderingen ten opzichte van de voormeting zien. Bovendien is deze toets door slechts 45 leerlingen gemaakt. De nameting van de ten behoeve van havo-3 en atheneum-3 ontwikkelde toets is per abuis niet afgenomen in een van de beide atheneum-3-klassen. Daardoor moeten de resultaten van atheneum-3 buiten beschouwing worden gelaten. Bij de in havo-3 afgenomen toets gelden dezelfde bezwaren als bij mavo-3: het aantal leerlingen is beperkt (38) en de gemiddelde nametingsscore wijkt bij één van de beide klassen niet significant af van de voormeting. Het lijkt erop dat de nameting van de leervorderingentoetsen in mavo-3 en havo-3 niet door alle leerlingen even serieus is gemaakt.

De toets 'Alles in orde?' die in het schooljaar 1990/91 is afgenomen, is langer dan de in het voorafgaande schooljaar aan de tweede klassen voorgelegde toets. Deze nieuwe versie bestond oorspronkelijk uit twintig items, waarvan er acht afkomstig waren uit de oudere toetsversie. Uiteindelijk zijn drie items geschrapt omdat ze op de voormeting een te hoge p-waarde haalden. Vier items vervielen in verband met negatieve item-restcorrelaties op de nameting. De resterende dertien items bestonden uit acht vierkeuze- en vijf tweekeuze-items. Deze toets is (zowel tijdens de voormeting als de nameting) gemaakt door 142 leerlingen uit de tweede klas.

Vaardigheid in het omgaan met informatie

Ten behoeve van het onderzoek naar het effect van het werken met multimedia in het project *Proefschool Nieuwe Media* op de vaardigheid van leerlingen in het omgaan met informatie, is gekozen voor het afnemen van een informatievaardigheidentoets.

Geografie voor Educatie geeft in het Plan van Aanpak (NIAM, 1989a) een conceptlijst van eindtermen voor informatieverwerking die in het project zouden moeten worden gerealiseerd. Deze eindtermen hebben voor een belangrijk deel betrekking op vaardigheden die specifiek samenhangen met het gebruik van multimedia. Ervan uitgaand dat de beoogde positieve effecten van het PNM-project op de vaardigheid in het omgaan met informatie zich niet beperken tot informatie die via multimedia wordt aangeboden, maar een meer algemene geldigheid hebben, biedt de genoemde lijst geen ideaal uitgangspunt voor de constructie van een toets. Bovendien zou een aan het gebruik van multimedia gekoppelde toets geen eerlijke vergelijking tussen experimentele en controlegroep mogelijk maken. Deze vergelijking is echter wel in de onderzoeksopzet opgenomen. Daarom is besloten een media-onafhankelijke toets met betrekking tot informatievaardigheden af te nemen. Evenals bij de leervorderingentoetsen, is gekozen voor het gebruik van voor- en nametingen bij de toetsing van

de vaardigheid in het omgaan met informatie, waardoor sprake is van een *Untreated Control Group Design with Pretest and Posttest* (Cook & Campbell, 1979).

Het verzamelen van materiaal dat kon bijdragen aan de constructie van deze toets werd bemoeilijkt door het feit dat het onderwijs nog geen traditie kende (en kent) op dit gebied. Lington, Berkenbosch, Meijer, Riemersma en Stouthart (1985) hebben een eerste aanzet gegeven tot de ontwikkeling van een dergelijke toets, bestemd voor de eerste fase van het voortgezet onderwijs. Zij definiëren informatievaardigheden als vaardigheden die nodig zijn voor het zelfstandig kunnen verwerven, verwerken en presenteren van informatie. Het gaat daarbij om vaardigheden die niet aan één bepaald schoolvak kunnen worden gekoppeld. Aan de hand van literatuurstudie, een doelstellingenenquête en de studie van verzameld toetsmateriaal, ontwikkelden zij een aantal toetsitems. Met het oog op de mogelijkheid tot grootschalige afname, scoring en verwerking, kozen zij voor gesloten schriftelijke items. Deze zijn vervolgens verdeeld over vijf deeltolsten van 34 items en in de schoolpraktijk getest.

Bij de afname van de verschillende deeltolsten constateerden Lington et al. dat de betrouwbaarheid van de tolsten in mavo, havo en vwo tekortschoot, terwijl een afname bij middenschoolleerlingen wel een relatief hoge betrouwbaarheidsscore liet zien. Een verklaring daarvoor konden de auteurs niet zonder meer geven. Deels zouden de problemen kunnen worden veroorzaakt door items die te gemakkelijk of juist te moeilijk waren of door items die specifieke basiskennis vragen welke niet samenhangt met het te meten domein van informatievaardigheden. Een andere mogelijke verklaring zou moeten worden gezocht in de omvang van het domein van de informatievaardigheden. Mogelijk zou dit domein te pluriform zijn om in een homogene test te meten. De onderzoekers konden op grond van analyses op de beschikbare gegevens echter niet concluderen dat in de toets verschillende subvaardigheden worden gemeten. Een derde verklaring zou te vinden kunnen zijn in de mogelijkheid dat een deel van de leerlingen bij het maken van de toets inderdaad kan putten uit zogenaamde informatievaardigheden, terwijl dezelfde toets bij leerlingen die minder vaardig zijn in het omgaan met informatie, als intelligentietest fungeert.

Ondanks de genoemde bezwaren is besloten om uit deze toets te putten bij het toetsen van de invloed van het werken met multimedia in het PNM-project op de vaardigheid van de leerlingen in het omgaan met informatie. Er was onvoldoende ruimte in het project om een nieuwe toets te ontwikkelen en te valideren. Bij gebrek aan alternatieven is uit de door Lington et al. ontwikkelde toets een aantal items geselecteerd. Daarbij is rekening gehouden met de beschikbare psychometrische gegevens en de doelstellingen van de verschillende items. De doelstellingen dienden aan te sluiten bij de activiteiten die leerlingen in het PNM-project moeten ontplooiën tij-

dens het omgaan met informatie. Het gaat daarbij om drie clusters van activiteiten, welke corresponderen met de tweede, derde en vierde stap in het model voor informatieverwerking, zoals beschreven in paragraaf 3.3. Hier volgt een overzicht van deze clusters en de door Lington et al. onderscheiden doelstellingen welke hiermee het best overeenkomen. Door de selectie van deelgebieden uit het door Lington c.s. onderscheiden domein, is getracht tot een meer homogene toets te komen.

Proefschoon Nieuwe Media Toets van Lington et al. (1985)

informatiebron raadplegen	hanteren van de beschikbare informatiebron
informatie bewerken	opnemen van informatie uit de informatiebron
informatie weergeven	het beoordelen van de verzamelde informatie

Een andere eis die aan de informatievaardigheidentoets werd gesteld, was dat de afname in de klas niet al te veel tijd in beslag zou nemen. Dit heeft geleid tot een elf items omvattende toets (versie A). Deze toets omvat onder meer items met betrekking tot het lezen en interpreteren van grafieken, kaarten en tabellen, items waarin relaties tussen stukjes informatie moeten worden gelegd en items met betrekking tot het zoeken van informatie in een bibliotheek, encyclopedie, atlas en spoorboekje. De toets is in het schooljaar 1989/90 afgenomen in zowel klas 2 (mavo-2 en brugklas-2) als klas 3 (mavo-3, havo-3 en atheneum-3) in de experimentele en controlegroep in een voor- en een nameting. De voormeting vond plaats in november 1989, terwijl de nameting eind juni 1990 werd uitgevoerd. Na de voormeting hebben de leerlingen geen inzage gekregen in de gecorrigeerde toetsformulieren. Overigens was voor de leerlingen geen waardering - in de vorm van een cijfer - verbonden aan het maken van deze toetsen.

Vóór de analyse van de toetsresultaten van de individuele leerlingen, zijn itemanalyses uitgevoerd. Daarbij zijn de moeilijkheidsgraad van de afzonderlijke items (de p-waarden) en de item-restcorrelaties bepaald. Bovendien is de betrouwbaarheidscoëfficiënt alpha van de gehele toets berekend (Cronbach, 1951). Deze gegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

De voor- en nameting van de eerste versie van de informatievaardigheidentoets zijn in het schooljaar 1989/90 door 270 leerlingen gemaakt, waarvan 136 leerlingen in de tweede klas zaten en 134 leerlingen in de derde klas. Het gaat daarbij zowel om leerlingen in de experimentele groep als om leerlingen in de controlegroep. Bij de eerste afname van de toets bleken in één van de twee atheneum-3-klassen plafond-

effecten op te treden. De voormeting werd in deze klas zo goed gemaakt dat veel leerlingen daardoor niet of nauwelijks meer vooruit konden gaan op de nameting. Slechts één van de elf items werd door minder dan 80 procent van de leerlingen in de desbetreffende klas juist beantwoord. Zes items behaalden bij de voormeting een p-waarde hoger dan .85, waarvan er twee zelfs door de gehele klas juist werden beantwoord. Dit maakt deze toets ongeschikt voor het meten van een eventuele verbetering in de informatievaardigheden in de genoemde klas, waardoor ook de vergelijkingsmogelijkheid tussen de experimentele en controlegroep in atheneum-3 vervalst. Bij de resterende toetsen is voor de tweede en derde klas afzonderlijk bepaald welke items op grond van de itemanalyses dienden te worden verwijderd. Daarbij is als criterium gehanteerd dat items met een item-restcorrelatie lager dan .10 onvoldoende aan de betrouwbaarheid van de toets bijdragen. Na verwijdering van dergelijke items werden opnieuw item-restcorrelaties berekend over de overgebleven items. Indien daardoor opnieuw items onder de gestelde grens van .10 scoorden, werden ook deze verwijderd. Bij de tweede klassen werd na verwijdering van twee items een alpha van .58 bereikt. Bij de derde klassen leidde verwijdering van één item tot een alpha van .66. Bij deze klassen, mavo-3 en havo-3, deed zich echter een ander probleem voor. Zes van de elf toetsitems werden bij de voormeting beter gemaakt dan bij de nameting. Dit geeft aanleiding tot de veronderstelling dat de nameting van de toets door een aantal leerlingen minder serieus is gemaakt dan de voormeting. Door omstandigheden is de toetsing van informatievaardigheden bij een aantal klassen pas in de laatste lesweek van het schooljaar uitgevoerd, waarbij deels naar andere lessen dan de aardrijkskundelessen moest worden uitgeweken. Een vergelijkbaar probleem met de toetsresultaten deed zich bij mavo-3 en havo-3 voor bij de leervorderingentoets in de lessenreeks 'Alles in orde?' in hetzelfde schooljaar. Daarom is besloten deze klassen ook bij de analyse van de vorderingen in het omgaan met informatie buiten beschouwing te laten.

Op grond van de ervaringen met versie A van de toets is besloten vóór de afname van de toets in het schooljaar 1990/91 een aantal afleiders aan te passen, de toets te verlengen tot twintig items en verschillende versies te maken voor de tweede (versie B) en derde klas (versie C). Laatstgenoemde versie bevatte ter verhoging van de moeilijkheidsgraad onder meer enkele items waarbij informatie moest worden afgeleid uit korte teksten. Met deze verhoging van de moeilijkheidsgraad is het probleem van de plafondeffecten opgelost. Tabel 4.4 geeft een overzicht van de afname van de verschillende toetsversies.

In het schooljaar 1990/91 zijn de toetsen afgenomen in oktober 1990 (voormeting) en juni 1991 (nameting). De versie die in het schooljaar 1990/91 aan de leerlingen van de tweede klassen is voorgelegd, versie B, is door 141 leerlingen in zowel de

Tabel 4.4 - Toetsing van informatievaardigheden in experimentele en controlegroep

	--- schooljaar 1989/90 ---		--- schooljaar 1990/91 ---	
	exp. groep	contr.groep	exp. groep	contr.groep
Versie A				
- mavo-2	M2b/M2c	M2a		
- brugklas-2 (havo/atheneum)	B2a/B2c	B2b		
- mavo-3	M3a*	M3b*		
- havo-3	H3b*	H3a*		
- atheneum-3	A3b*	A3a*		
Versie B				
- mavo-2			M2a/M2c	M2b
- brugklas-2 (havo/atheneum)			B2b/B2c	B2a
Versie C				
- mavo-3			M3b/M3c	M3a
- havo-3			H3b	H3a
- atheneum-3			A3a	A3b

*Toelichting: In de met een * gemarkeerde klassen worden de resultaten van de toets buiten beschouwing gelaten.*

voormeting als de nameting ingevuld. De voor de derde klas bestemde versie, toetsversie C, heeft resultaten opgeleverd van 135 leerlingen. Beide toetsversies zijn zowel door leerlingen in de experimentele in de als controlegroep gemaakt. Na verwijdering van de items met een item-restcorrelatie lager dan .10, resteren bij de toets die in de tweede klassen is afgenomen (versie B) zeventien items. De betrouwbaarheidscoëfficiënt alpha bedraagt dan .60. De derde toetsversie, versie C, liet na verwijdering van vier items een alpha-coëfficiënt van .66 zien. Tabel 4.5 geeft een overzicht van de verschillende toetsversies, het aantal items vóór en na de itemanalyses en de bijbehorende betrouwbaarheidscoëfficiënten alpha.

Ten opzichte van de resultaten van Lington et al. (1985) kan worden gemeld dat de beoogde verhoging van de betrouwbaarheidscoëfficiënt alpha inderdaad is gerealiseerd door de selectie van deelgebieden uit de oorspronkelijke toets. Bovendien is het aantal items kleiner dan bij Lington et al., hetgeen een negatieve invloed kan hebben op de alpha-coëfficiënt (Hopkins & Stanley, 1981). De gerealiseerde alpha-waarden, variërend van .58 tot .66, zijn bepaald niet hoog te noemen. Veldhuijzen, Goldebeid en Sanders (1993) hanteren als ondergrens een waarde van .65. Aan dit criterium voldoet alleen versie C van de toets. De waarden die met versie A en B

van de toets worden bereikt, wijken echter relatief weinig hiervan af, zodat ook deze toetsen als bruikbare instrumenten voor het meten van vaardigheid in het omgaan met informatie worden beschouwd.

Tabel 4.5 - Versies van de informatievaardigheidentoets, aantal items en bijbehorende betrouwbaarheidscoëfficiënten alpha

	schooljaar	aantal items oorspronkelijk	aantal items gehandhaafd	alpha
Versie A (klas 2)	1989/90	11	9	.58
Versie A (klas 3)*	1989/90	11	10	.66
Versie B (klas 2)	1990/91	20	17	.60
Versie C (klas 3)	1990/91	20	16	.66

Toelichting:

* De gegevens hebben betrekking op mavo-3 en havo-3, omdat de toets te gemakkelijk bleek voor atheneum-3. Uiteindelijk zijn ook de resultaten van mavo-3 en havo-3 buiten beschouwing gelaten, aangezien de nameting daar slechter werd gemaakt dan de voormeting

Er is een groep van 111 leerlingen die de voor- en nameting van zowel versie A als versie C van de informatievaardigheidentoets hebben gemaakt. Deze leerlingen zaten in het schooljaar 1989/90 in de tweede klas en in het schooljaar 1990/91 in de derde klas. Van deze groep zijn 88 leerlingen in het schooljaar 1990/91 in dezelfde experimentele conditie terug te vinden als in het schooljaar 1989/90. Het gaat om 54 leerlingen in de experimentele groep en 34 leerlingen in de controlegroep. De overige leerlingen zijn bij de overgang naar de derde klas in een andere experimentele conditie terechtgekomen, waardoor hun resultaten zich niet lenen voor een analyse over twee schooljaren.

Naast de hierboven beschreven toetsen zijn ook in de vragenlijst die bij de afloop van het project aan de leerlingen is voorgelegd, vragen opgenomen die betrekking hebben op het omgaan met informatie. Doel van die vragen is om na te gaan of leerlingen de specifieke functie van de in het project onderscheiden informatiedragers herkennen. Het gaat om drie vragen, in de vorm van driekeuze-items.

Een derde activiteit die van belang is in het kader van het onderzoek naar de vaardigheid in het omgaan met informatie, is de registratie van de verrichtingen van een

aantal leerlingen op videocband. Deze video-opnamen dienen te leiden tot meer inzicht in de aard van de werkzaamheden van de leerlingen, waaruit onder meer een beeld moet kunnen worden gevormd van de manier waarop leerlingen omgaan met informatie tijdens het gezamenlijk uitvoeren van opdrachten onder gebruikmaking van multimedia. In het voorafgaande is al aandacht besteed aan de opzet van de videoregistraties.

Oordelen van leerlingen over het werken met multimedia

De oordelen van de leerlingen die les hebben gekregen met behulp van multimedia en de bijbehorende applicaties, zijn op drie verschillende momenten in kaart gebracht. Daartoe zijn drie vragenlijsten aan de leerlingen voorgelegd: bij de start van het project, in november 1989, bij de afloop van het project, in juni 1991, en één jaar later, in juni 1992.

De leerlingen van de tweede en derde klassen die tot de experimentele groep behoorden, werd voorafgaand aan de eerste lessenreeks waarbij met multimedia werd gewerkt, een drietal vragen voorgelegd over hun verwachtingen ten aanzien van het werken met dergelijke media. Deze vragenlijst is door 170 leerlingen ingevuld. Deze vragen hadden betrekking op de volgende onderwerpen:

- Het oordeel over het feit dat men met multimedia ging werken
- De verwachte invloed van het werken met multimedia op de leerresultaten
- De vraag of men liever alleen of liever samen met iemand anders aan de computer zou werken

Aan het einde van de periode van twee schooljaren waarover het project zich uitstrekte, na afloop van respectievelijk de vierde lessenreeks en de tweede uitvoering van de tweede lessenreeks, werd de leerlingen in de aan het experiment deelnemende tweede en derde klassen gevraagd naar hun oordeel over het werken met multimedia. Deze enquête is door 174 leerlingen ingevuld. Van deze groep hadden 97 leerlingen één jaar aan het PNM-project deelgenomen, in de tweede klas. Van de overige 77 geënquêteerden zaten er 59 bij de start van het project in een van de tweede klassen die tot de experimentele groep behoorden. Zij hadden aan het eind van het project dus twee jaar gebruik gemaakt van multimedia en zij hadden alle experimentele lessenreeksen gevolgd. De overige 18 leerlingen zijn ofwel doubleurs, of ze zijn bij de overgang van de tweede naar de derde klas van de controlegroep naar de experimentele groep overgegaan, waardoor zij slechts met de laatste twee multimediale leeromgevingen hebben gewerkt. Bij de analyses is deze groep buiten beschouwing gelaten, waardoor deze betrekking hebben op 156 leerlingen. De groep die zowel de

vragenlijst bij de start als de vragenlijst bij het einde van het project heeft ingevuld, omvat 58 leerlingen.

Deze vragenlijst bestond grotendeels uit items met drie antwoordmogelijkheden. Deels gaat het daarbij om Likert-items. De vragen hadden betrekking op de volgende onderwerpen:

- Het oordeel over het werken met multimedia
- De verwachte invloed van het werken met multimedia op de leerresultaten
- Het oordeel over de samenwerking met andere leerlingen tijdens het werken met multimedia
- De vraag of men liever alleen of liever samen met iemand anders aan de computer werkt
- Het oordeel over de duidelijkheid van de toegepaste programma's

De vragenlijst bevatte tevens open vragen met betrekking tot de positieve en negatieve aspecten van het werken met multimedia.

Eén jaar na afloop van het PNM-project, aan het einde van het schooljaar 1991/92, is nogmaals een vragenlijst voorgelegd aan leerlingen in de tweede en derde klassen. In dat schooljaar werkten alle leerlingen in de tweede en derde klas tijdens aardrijkskundelessen met multimedia. Deze vragenlijst, die door 268 leerlingen is ingevuld, omvat de vragen naar de waardering van het werken met multimedia uit de vragenlijst die een jaar eerder is afgenomen. Het onderdeel met betrekking tot de selectie van media is achterwege gelaten. Indien doubleurs buiten beschouwing worden gelaten, resteren 256 leerlingen, waarvan 150 in de tweede klas en 106 in de derde klas. Van deze laatste groep hebben 40 leerlingen pas in de derde klas voor het eerst gewerkt met multimediale leeromgevingen. De groep die zowel in het schooljaar 1990/91 (in de tweede klas) als in het schooljaar 1991/92 (in de derde klas) een vragenlijst heeft ingevuld, bestaat uit 59 leerlingen.

Tabel 4.6 geeft een overzicht van de klassen waarin leerlingvragenlijsten zijn afgenomen, het tijdstip waarop dit gebeurde en de aantallen respondenten.

Tabel 4.6 - Afname van leerlingvragenlijsten in de experimentele groep

Schooljaar:	1989/90	1990/91	1991/92
Maand/jaar:	november 1989	juni 1991	juni 1992
2e klas	M2b/M2c/B2a/B2c	M2a/M2c/B2b/B2c	M2c/M2d/B2a/B2b/B2c/B2d
3e klas	M3a/H3b/A3b	M3b/M3c/H3b/A3a	M3a/M3b/H3b/A3a/A3b
aantal leerlingen.	170	156*	256**

Toelichting

* *Doubleurs en leerlingen die uitsluitend in de derde klas met multimedia hebben gewerkt, zijn buiten beschouwing gelaten*

** *Doubleurs zijn buiten beschouwing gelaten. Van deze groep hebben 40 leerlingen uitsluitend in de derde klas met multimedia gewerkt.*

4.3.3 Analyses

In deze paragraaf wordt kort ingegaan op de analyses die zijn uitgevoerd op de data die betrekking hebben op variabelen die de leerling betreffen.

Taakgerichtheid en interactie

De lesobservaties hebben kwantitatieve gegevens opgeleverd over de taakgerichtheid van individuele leerlingen. Meestal gaat het daarbij echter slechts om één of twee observaties per leerling, zoals in tabel 4.2 is aangegeven. Daarom is ervoor gekozen de resultaten van deze observaties niet op het niveau van de leerling te analyseren, maar de data te aggregeren op lesniveau en op het niveau van lesactiviteiten. Op die manier kan de gemiddelde mate van taakgerichtheid per geobserveerde les, respectievelijk lesactiviteit, worden berekend. Hetzelfde geldt voor de bepaling van de mate waarin interactie plaatsvindt.

Per geobserveerde les is de bestede tijd (in seconden) per onderscheiden categorie van taakgedrag berekend. Bij lessen die door twee observatoren zijn geobserveerd, is de indicatie van de bestede tijd verkregen door de gegevens van beide observatoren te middelen. Naast een databestand met gegevens per les, is tevens een databestand gecreëerd met gegevens over de taakgerichtheid per lesactiviteit binnen de afzonderlijke lessen. Vervolgens is per categorie en per les, dan wel lesactiviteit, een percentage berekend dat aangeeft in welke mate de desbetreffende categorie op de in die les geobserveerde leerlingen van toepassing is geweest. Op de aldus ontstane databe-

standen zijn variantie-analyses uitgevoerd, waarbij de gemiddelde percentages voor de verschillende categorieën van taakgedrag als afhankelijke variabelen zijn opgenomen, terwijl de groep (experimentele of controlegroep) en de schoolsoort (mavo, havo, atheneum) als onafhankelijke variabelen zijn opgenomen.

Daarnaast zijn analyses uitgevoerd binnen de experimentele groep, waarbij de geobserveerde lessenreeks ('Actieve aarde', 'Alles in orde?' en 'Werk aan Europa'), naast de schoolsoort, als onafhankelijke variabele fungeert. Doel van deze analyses is om na te gaan of er sprake is van belangrijke verschillen in taakgerichtheid tussen experimentele lessenreeksen die zijn opgezet volgens verschillende leerparadigma's. Bovendien is een vergelijking gemaakt tussen de eerste en de tweede uitvoering van een lessenreeks in de experimentele conditie, waarbij het schooljaar en de schoolsoort als onafhankelijke variabelen optreden.

De kwalitatieve component van de lesobservaties, die bestaat uit tijdens de lessen gemaakte aantekeningen, heeft een overzicht opgeleverd van indrukken die niet kunnen worden gekwantificeerd. De resultaten daarvan worden, waar deze een zinvolle bijdrage kunnen geven, in deze rapportage verwerkt.

De videoregistraties zijn gezamenlijk geanalyseerd door een medewerker van GE en een medewerker van het ITS. Tijdens het afspelen van de videobanden zijn door beiden aantekeningen gemaakt. Aan het eind van elke opname hebben de beide observatoren in onderling overleg aan de hand van hun aantekeningen een aantal conclusies geformuleerd. Bij de analyse van het videomateriaal is gewerkt volgens de methode die eerder is toegepast door Veenman, Lem, Voeten, Winkelmolen en Lassche (1986). Daarbij wordt per minuut een periode van tien seconden nauwkeurig door de observatoren bekeken. Na dit tijdsinterval is op een scoreformulier aangegeven waar de leerlingen die laatste tien seconden in hoofdzaak mee bezig waren. Hierbij is een indeling in categorieën gebruikt die is gebaseerd op het gestructureerde observatieschema dat tijdens de lesobservaties is gehanteerd. Daarbij vormen het taakgedrag van de leerlingen en de interactie tussen de leerlingen onderling en tussen de leerlingen en de docent het uitgangspunt. Het bij de uitwerking van de videoregistraties gebruikte schema ziet er als volgt uit:

- Tijdsindicatie
- Opdrachtnummer uit het leerlingmateriaal
- Activiteit van de leerling:
 - procedureel hardware: plaatsen van CD-ROM of beeldplaat, start of herstart
 - procedureel software/werkschrift: leerlingen weten niet hoe ze moeten handelen of zijn op de verkeerde plaats aan het zoeken

- media-activiteiten: leerlingen zijn via een correcte route bezig met het zoeken van de relevante informatie
- aardrijkskundige inhoud: leerlingen zijn bezig met het lezen, bekijken of verwerken van de inhoudelijke informatie
- overige: afgeleid, wachtend, niet scorebaar
- Interactie tussen leerlingen onderling:
 - geen hoorbare interactie
 - interactie procedureel: leerlingen bespreken hoe ze (verder) moeten handelen
 - interactie inhoudelijk: leerlingen bespreken inhoudelijke informatie
 - niet taakbetrokken interactie
- Interactie met de docent:
 - interactie procedureel: leerlingen weten niet hoe ze verder moeten; de docent controleert de vorderingen van de leerlingen
 - interactie inhoudelijk: de docent geeft inhoudelijke uitleg over de verkregen informatie
 - niet taakbetrokken interactie
- Niet scorebaar

Naast de registratie van het al dan niet voorkomen van de bovengenoemde activiteiten, is expliciet aandacht besteed aan de aard van het taakgedrag van de leerlingen, de inhoud van de interactie en de manier waarop de leerlingen omgaan met informatie.

Leervorderingen

Bij de analyse van de leervorderingentoetsen is, na verwijdering van de items die op grond van de itemanalyse als onvoldoende werden gekwalificeerd, per leerling een score berekend die kan variëren van nul tot tien. Met behulp van covariantie-analyses wordt nagegaan in hoeverre er sprake is van significante verschillen bij de name-ting die kunnen worden toegeschreven aan het al dan niet deel uitmaken van de experimentele groep. Tevens wordt op deze manier onderzocht welke rol de school-soort (mavo of brugklas havo/vwo) en het geslacht spelen in de resultaten van de leervorderingentoetsen. Er wordt gebruik gemaakt van covariantie-analyse om te corrigeren voor reeds aanwezige voorkennis, die tot uiting komt in de voormeting (de covariaat).

Vaardigheid in het omgaan met informatie

De resultaten van de toetsen op het gebied van de vaardigheid in het omgaan met informatie, zijn herrekend naar een score van nul tot tien. Vervolgens zijn covarian-

tie-analyses uitgevoerd op de resultaten van de nameting, met de score op de voormeting als covariaat en de deelname aan het experiment, de schoolsoort en het geslacht als onafhankelijke variabelen.

De vragen naar de selectie van media die deel uitmaken van de leerlingenvragenlijst, worden geanalyseerd met behulp van variantie-analyses, waarbij het aantal schooljaren dat men aan het experiment heeft deelgenomen, de schoolsoort en het geslacht als onafhankelijke variabelen fungeren.

De videoregistraties bieden onvoldoende materiaal om een kwantitatieve analyse te rechtvaardigen. Het betreft een beperkt aantal observaties van een beperkt aantal leerlingen. De video-opnamen zijn daarom in kwalitatieve zin geanalyseerd, op basis van het in het voorafgaande beschreven observatieschema.

Oordelen van leerlingen over het werken met multimedia

Bij de analyse van de vragenlijsten die aan de leerlingen in de experimentele groep zijn voorgelegd, wordt nagegaan in hoeverre er sprake is van significante verschillen in opvattingen tussen jongens en meisjes en in hoeverre er sprake is van verschillen die zijn terug te voeren tot het aantal jaren dat de desbetreffende leerling met de in het project ontwikkelde multimediale toepassingen heeft gewerkt. Aangezien deze vragen deels van ordinaal en deels van nominaal niveau zijn, zijn de optredende verschillen getoetst door het berekenen van de χ^2 en Cramers V. Daarnaast zijn enkele T-toetsen voor afhankelijke steekproeven uitgevoerd. Deze hebben betrekking op de data van leerlingen die zowel in 1991 als in 1992 een vragenlijst hebben ingevuld.

4.4 De docent en de leeromgeving

Naast informatie die de leerling betreft, is in het evaluatie-onderzoek informatie verzameld met betrekking tot de leeromgeving en effecten van het gebruik van multimediale leeromgevingen op de taak en de taakbeleving van de docenten.

4.4.1 Vraagstellingen en hypothesen

De introductie van multimedia in het onderwijs kan belangrijke consequenties hebben voor de vormgeving van de leeromgeving en voor de docent. Op dit punt worden de volgende aspecten onderzocht:

- componenten van de leeromgevingen
- taak en taakbeleving van de docent

Componenten van de leeromgevingen

In hoofdstuk 2 is een overzicht gegeven van de componenten die in een leeromgeving kunnen worden onderscheiden. In het PNM-project zijn vier multimediale leeromgevingen ontwikkeld en toegepast in het onderwijs. Een vraag die in dit verband aan de orde wordt gesteld, is:

11. Hoe voldoen de multimediale leeromgevingen in de les?

De experimentele periode is beperkt tot de duur van twee schooljaren. Ook daarna kon de school echter blijven beschikken over de multimediale werkstations en de ontwikkelde applicaties. De externe ondersteuning verviel echter. In het onderzoek is nagegaan of men gebruik is blijven maken van de multimediale toepassingen en of men bijstellingen heeft doorgevoerd. Dit leidt tot de twaalfde onderzoeksvraag:

12. Blijft men de leeromgevingen na afloop van het experiment gebruiken en, zo ja, worden daarin wijzigingen aangebracht?

Taak en taakbeleving van de docent

Van de invoering van multimediale leeromgevingen kunnen invloeden op de taak van de docent worden verwacht. In het experiment ligt de nadruk op het in groepjes werken van leerlingen. Met name in de tweede en derde lessenreeks van het PNM-project worden bovendien andere werkvormen toegepast dan in de reguliere aardrijkskundelessen gebruikelijk zijn. In een aantal gevallen wordt de klas verdeeld in verschillende groepen leerlingen die deels verschillende soorten opdrachten krijgen. De verschillende werk- en groeperingsvormen stellen eisen aan de lesorganisatie (zie onder meer Van Beckum, 1989; Wells & Yate, 1990). Bovendien wordt in multimediale leeromgevingen van de docent doorgaans een meer begeleidende rol verwacht dan in een traditionele instructiesituatie het geval is (Latchem et al., 1993). Deze verandering kan ertoe leiden dat de docent het gevoel krijgt het overzicht te verliezen over de hoeveelheid en de aard van de informatie die de leerlingen tijdens de les vergaren (Mashiter, 1989).

De invoering van multimediale leeromgevingen kan door de docenten als taakverzwarend worden ervaren. Zij moeten vertrouwd raken met de technische en de inhoudelijke aspecten van het werken met multimedia. Daarbij komt nog dat de meeste

applicaties de mogelijkheid bieden om verschillende leerroutes te volgen die tot hetzelfde eindresultaat leiden. Docenten die vooraf veel potentiële leerroutes willen verkennen, zullen daardoor met een grote tijdsinvestering worden geconfronteerd (vgl. Mashiter, 1989).

Ondanks de gewenste veranderingen in hun doceerstijl en de eventuele taakverzwaring die gepaard gaan met de invoering van multimedia in het onderwijs, laten onderzoeksresultaten positieve effecten op de motivatie van docenten zien (zie onder meer Mellin, 1987; Habraken, 1990a). Dit kan ertoe leiden dat een vergroting van de taakomvang niet wordt ervaren als een vergroting van de taakbelasting.

Ten aanzien van de taak en de manier waarop de taak wordt beleefd door de docent, kunnen drie *hypothesen* worden geformuleerd. In de eerste plaats wordt de verwachting uitgesproken dat de docenten een meer begeleidende rol krijgen in de experimentele lessen. In de tweede plaats mag worden verwacht dat de taakbelasting is toegenomen en in de derde plaats wordt de stelling geponeerd dat zij het gebruik van multimediale leeromgevingen positief zullen waarderen. De bijbehorende vraag is als volgt geformuleerd:

13. In hoeverre heeft het gebruik van multimedia in de les invloed op de taak en de taakbeleving van de docent?

4.4.2 Dataverzameling

Aan het begin, tijdens en aan het einde van de periode van twee schooljaren waarin het project *Proefschoon Nieuwe Media* is uitgevoerd, is door middel van vraaggesprekken met de vier aardrijkskundedocenten getracht een beeld te krijgen van de effecten van het werken met multimedia. Aan het begin van het schooljaar 1989/90 is in de gesprekken onder meer aandacht besteed aan de lespraktijk vóór de invoering van multimedia en aan de verwachtingen ten aanzien van het werken met multimedia. Ter afsluiting van het schooljaar 1989/90 en het schooljaar 1990/91 zijn vraaggesprekken gehouden waarin is ingegaan op de opgetreden veranderingen die zijn opgetreden. Bij het laatste gesprek ontbrak één van de docenten in verband met ziekte. Wat het gebruik van multimedia in de les betreft, kan bovendien gebruik worden gemaakt van de informatie die afkomstig is uit de notities die door de observatoren zijn gemaakt tijdens de lesobservaties.

Ter aanvulling op deze dataverzameling is tijdens het schooljaar 1994/95, dus vijf jaar na de start en drie jaar na afloop van het project, nogmaals een vraaggesprek

gehouden met het hoofd van de aardrijkskundesectie, inmiddels tevens coördinator informatietechnologie van de school. Doel daarvan was het in kaart brengen van de stand van zaken rond het gebruik van de multimediale leeromgevingen nadat het experiment formeel was beëindigd.

4.4.3 Analyses

Op het niveau van de leeromgeving en de docent zijn geen kwantitatief te analyseren gegevens verzameld. De meeste informatie is hier afkomstig uit de vraaggelassen die tijdens het project op verschillende momenten zijn gehouden met de docenten. Van de gesprekken zijn verslagen gemaakt. Deze verslagen zijn aan de desbetreffende personen voorgelegd met het verzoek eventuele onjuistheden te corrigeren. Vervolgens zijn aan de hand van de definitieve verslagen samenvattingen gemaakt ten behoeve van de rapportage. De aldus verkregen informatie kan worden aangevuld door de tijdens de observaties gemaakte notities.

4.5 De school

Het derde niveau dat in het evaluatie-onderzoek in het project *Proefschoon Nieuwe Media* wordt onderscheiden, is het schoolniveau. Aangezien slechts één school bij het experiment betrokken is geweest, laat het onderdeel van het onderzoek dat zich op dit niveau richt, geen vergelijking tussen scholen toe.

4.5.1 Vraagstellingen en hypothesen

De vraagstellingen hebben betrekking op de consequenties van de invoering van multimedia voor de school en op de mate waarin het gebruik daarvan in de school wordt geïmplementeerd.

Consequenties van de invoering van multimedia voor de school

De invoering van multimedia kan van invloed zijn op de behoefte aan faciliteiten in de school. Dit kan zich met name uiten in de omvang en invulling van de taak van de systeembeheerder. Ook kan de behoefte aan activiteiten van een automatiseringscoördinator of coördinator informatietechnologie toenemen. Smeets (1988) en Doornekamp, Cremers-van Wees en Vlas (1992) geven een overzicht van de taken van genoemde functionarissen. Ook kunnen er consequenties zijn voor de samenwerking

tussen vaksecties in de school, met het oog op de uitbreiding van de innovatie naar andere secties. Zoals in hoofdstuk 2 is vermeld, stelt Fullan (1991) dat de implementatie van een innovatie minimaal twee jaar kost, terwijl vernieuwingen op schoolniveau minstens vijf jaar kosten. De *hypothese* luidt derhalve dat er bij de afloop van de experimentele periode op het niveau van de school nog geen sterke verschillen zullen bestaan ten opzichte van de situatie vóór de start van het experiment. De onderzoeksvraag luidt als volgt:

14. Wat zijn op korte termijn de effecten op schoolniveau van de invoering van multimedia?

Implementatie in de school

Gezien het feit dat er in het kader van het PNM-project een klankgroep is gevormd die zich moest buigen over de mogelijkheden om ook in andere vakken multimedia te gaan gebruiken en gezien de bovenvermelde uitspraak van Fullan (1991) wordt de *hypothese* geformuleerd dat er vijf jaar na de start van het project sprake zal zijn van uitstralingseffecten in de school. De mate waarin het gebruik van multimedia op dat moment ingang heeft gevonden in de school, is onderwerp van de laatste onderzoeksvraag:

15. Wat zijn op langere termijn de effecten op schoolniveau van de invoering van multimedia?

4.5.2 Dataverzameling

Om een zo breed mogelijk beeld te krijgen van de mate van implementatie en van de consequenties op schoolniveau, zijn met verschillende groepen personen vragengesprekken gevoerd:

- de docenten
- de systeembeheerders
- de schoolleiding

De vragengesprekken met de docenten zijn in het bovenstaande al aan de orde geweest. Tijdens het schooljaar 1989/90 is één systeembeheerder bij het project betrokken geweest. Met hem heeft een gesprek plaatsgevonden, evenals met de bij het project betrokken corrector. Ter afsluiting van het schooljaar 1990/91 zijn nogmaals gesprekken gevoerd met deze beide personen. Daarnaast zijn op dat moment vragengesprekken gehouden met de rector van de school en met de tweede systeembeheer-

der, die in dat schooljaar deel was gaan uitmaken van het projectteam. De gesprekken met systeembeheerders en schoolleiders hadden betrekking op aspecten van beheer, organisatie en ondersteuning.

Ook het in paragraaf 4.4.2 genoemde gesprek met de coördinator informatietechnologie, vijf jaar na de start en drie jaar na de afsluiting van het experiment, heeft informatie opgeleverd over de invloed die het project had gehad op het gebruik van informatietechnologie in het algemeen en multimedia in het bijzonder in de school.

4.5.3 Analyses

Zoals eerder aangegeven, speelt het schoolniveau een bescheiden rol in het project *Proefschool Nieuwe Media*. Aangezien slechts één school bij het project betrokken is, is geen vergelijking tussen scholen mogelijk. De wijze waarop de gevoerde vraaggesprekken zijn geanalyseerd, is reeds in paragraaf 4.4.3 besproken.

4.6 Samenvatting

Het evaluatie-onderzoek dat in het kader van het project *Proefschool Nieuwe Media* is uitgevoerd, richt zich op effecten van de invoering en het gebruik van multimediale leeromgevingen bij:

- 1) De leerling
- 2) De docent en de leeromgeving
- 3) De school

Het onderzoek dient antwoord te geven op de volgende vragen:

De leerling

1. Zijn er verschillen in de mate van taakgerichtheid tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?
2. Zijn er verschillen in de mate van taakgerichtheid van leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen die kunnen worden gerelateerd aan het achterliggende leerparadigma?
3. Zijn er verschillen in de mate waarin interactie plaatsvindt tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die les krijgen in traditionele leeromgevingen?

4. Zijn er verschillen in de mate waarin interactie plaatsvindt tussen leerlingen en de docent tijdens het leren in multimediale leeromgevingen in vergelijking met het leren in traditionele leeromgevingen?
5. Zijn er verschillen in leervorderingen tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?
6. Zijn er verschillen in de vaardigheid in het omgaan met informatie tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?
7. Hoe waarderen de leerlingen het werken met multimedia? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert de waardering naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?
8. Welke invloed verwachten de leerlingen van het gebruik van multimedia op de leerresultaten? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert deze verwachting naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?
9. Hoe oordelen de leerlingen over de duidelijkheid van de programma's waarmee zij hebben gewerkt? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert dat oordeel naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?
10. Hoe oordelen de leerlingen over de samenwerking met andere leerlingen tijdens het werken met multimedia? Geven de leerlingen de voorkeur aan samenwerking of aan alleen werken? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert die voorkeur naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?

De docent en de leeromgeving

11. Hoe voldoen de multimediale leeromgevingen in de les?
12. Blijft men de leeromgevingen na afloop van het experiment gebruiken en, zo ja, worden daarin wijzigingen aangebracht?
13. In hoeverre heeft het gebruik van multimedia in de les invloed op de taak en de taakbeleving van de docent?

De school

14. Wat zijn op korte termijn de effecten op schoolniveau van de invoering van multimedia?
15. Wat zijn op langere termijn de effecten op schoolniveau van de invoering van multimedia?

Bij de beantwoording van de bovenstaande vragen is gebruik gemaakt van de volgende onderzoeksactiviteiten en -instrumenten:

- leerlingvragenlijsten
- leervorderingentoetsen
- toetsen met betrekking tot vaardigheid in het omgaan met informatie
- lesobservaties
- videoregistraties
- vraaggesprekken met docenten, systeembeheerders en schoolleiding.

Figuur 4.2 geeft een indruk van de opzet van het project en het evaluatie-onderzoek. Naast de in deze figuur opgenomen activiteiten, hebben ook na afloop van het PNM-project nog enkele activiteiten plaatsgevonden. De vragenlijst voor de leerlingen is aan het eind van het schooljaar 1991/92 voorgelegd aan de toenmalige tweede en derde klassen. Bovendien is in het schooljaar 1994/95 een vraaggesprek gevoerd met de coördinator informatietechnologie van de school.

Figuur 4.2 - Lessenreeksen, klassen en onderzoeksactiviteiten tijdens het project 'Proefschool Nieuwe Media'

schooljaar 1989/90		schooljaar 1990/91	
klas 3 (exp /contr) Actieve Aarde	klas 3 (exp /contr) Alles in orde?		
klas 2 (exp /contr) Actieve Aarde	klas 2 (exp /contr) Alles in orde?	klas 3 (exp /contr) Werk aan Europa	klas 3 (exp /contr) Landschap in beweging
		klas 2 (exp /contr) Actieve Aarde	klas 2 (exp /contr) Alles in orde?
vm vragenlijst leerlingen		vragenlijst leerlingen nm	
vm Actieve Aarde nm	vm Alles in orde? nm	vm Actieve Aarde nm	vm Alles in orde? nm
vm informatievaardigheidentoets nm		vm informatievaardigheidentoets nm	
lesobservaties	lesobservaties	lesobservaties	lesobservaties
vm vraaggesprekken nm		vraaggesprekken nm	

Toelichting. exp =experimentele groep; contr=controlegroep, vm=voormeting, nm=nameting De titels van de lessenreeksen hebben betrekking op de multimediale toepassingen. In de controlegroep werden dezelfde onderwerpen behandeld De vragenlijst voor de leerlingen is uitsluitend in de experimentele groep afgenomen.

5 Resultaten van het evaluatie-onderzoek

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het in het kader van *Proefschool Nieuwe Media* uitgevoerde evaluatie-onderzoek gepresenteerd. Daarbij zal worden uitgegaan van de in het voorafgaande gekozen indeling in respectievelijk het leerlingniveau, het niveau van docent en leeromgeving, en het schoolniveau.

5.1 De leerling

In het deel van het onderzoek dat zich richt op het leerlingniveau, worden tien vraagstellingen onderzocht (zie paragraaf 4.3.1). In paragraaf 5.1.1 wordt ingegaan op de resultaten met betrekking tot de taakgerichtheid. In paragraaf 5.1.2 komt de interactie tussen leerlingen onderling en tussen leerlingen en de docent aan bod. De resultaten van de leervorderingentoetsen worden in paragraaf 5.1.3 beschreven, terwijl paragraaf 5.1.4 is gewijd aan de vaardigheid van de leerlingen in het omgaan met informatie. Paragraaf 5.1.5 besluit dit onderdeel met een overzicht van de opvattingen van de leerlingen over het leren met multimedia.

5.1.1 Taakgerichtheid

De lesobservaties hebben kwantitatieve gegevens opgeleverd over de taakgerichtheid van de leerlingen. Zoals in paragraaf 4.3.3 is aangegeven, zijn de observatiegegevens geaggregeerd op lesniveau en op het niveau van lesactiviteiten. Daarmee kan een beeld worden gevormd van het gemiddelde percentage van de les (of lesactiviteit) dat door de geobserveerde leerlingen wordt besteed aan inhoudelijk taakgerichte activiteiten, aan procedurele activiteiten en aan niet-taakgerichte activiteiten. Bij de uitgevoerde analyses is de taakgerichtheid in de experimentele en de controlegroep met elkaar vergeleken. Tevens zijn analyses uitgevoerd waarbij verschillende lessenreeksen in de experimentele groep met elkaar zijn vergeleken.

Het taakgedrag op lesniveau kan worden beïnvloed door de in de les ontplooiende lesactiviteiten. Indien de docent in een les veel aandacht besteedt aan procedurele activiteiten, zoals het aan de leerlingen uitleggen van de te volgen werkwijze, zal er relatief meer procedureel taakgedrag voorkomen. Indien een groot deel van de les daarentegen bestaat uit voor de leerling interessante inhoudelijke activiteiten, mag

worden verwacht dat er sprake is van een relatief hoge mate van inhoudelijke taakgerichtheid.

De experimentele groep en de controlegroep met elkaar vergeleken

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de taakgerichtheid van de geobserveerde leerlingen in de experimentele en de controlegroep. Naast het overzicht op het niveau van de les als geheel, is in deze tabel tevens een overzicht gemaakt dat uitsluitend betrekking heeft op inhoudelijke lesactiviteiten. Daarvoor is gekozen omdat het werken met multimedia en de deels afwijkende werkvormen die daaraan zijn gekoppeld in het PNM-project, extra uitleg vergt. Dergelijke uitleg is - voor zover het geen inhoudelijke uitleg betreft - bij de lesobservaties tot de procedurele lesactiviteiten gerekend. Het procedurele taakgedrag op lesniveau is daardoor samengesteld uit twee componenten: het taakgedrag binnen procedurele lesactiviteiten, zoals het luisteren naar uitleg over de te volgen werkwijze, en het procedurele taakgedrag binnen inhoudelijke lesactiviteiten, zoals het starten van apparatuur en applicaties. Het ligt voor de hand dat het percentage procedurele taakgerichtheid van de leerlingen over de les als geheel daardoor groter wordt dan bij een beperking tot de geobserveerde taakgerichtheid tijdens inhoudelijke lesactiviteiten.

Tabel 5.1 - Taakgerichtheid op lesniveau in gemiddelde percentages van de geobserveerde periode (71 lessen in de experimentele groep en 16 lessen in de controlegroep) en tijdens inhoudelijke lesactiviteiten (146 activiteiten in de experimentele groep en 49 activiteiten in de controlegroep) en resultaten van (co)variantie-analyses

	experim. groep		controlegroep		F	p	E ²
	gemidd.	sd	gemidd.	sd			
<i>gehele les</i>							
inhoudelijk taakgericht	66.2 %	15.8	77.9 %	10.2	8.01	.006	.09
procedureel taakgericht	20.3 %	11.9	6.1 %	4.6	22.06	.000	.21
wachtend	4.4 %	4.7	7.0 %	6.0	3.55	.063	.04
afgeleid	8.8 %	7.5	8.7 %	5.8	0.00	.967	.00
<i>inhoudelijke lesactiviteiten</i>							
inhoudelijk taakgericht	70.4 %	24.2	81.2 %	19.0	14.20	.000	.06
procedureel taakgericht	14.4 %	20.8	2.3 %	5.2	18.89	.000	.09
wachtend	3.8 %	7.7	6.9 %	10.6	3.16	.077	.02
afgeleid	10.9 %	15.8	9.0 %	14.8	1.60	.207	.01

De tabel geeft tevens een overzicht van de resultaten van de toetsing van de verschillen in taakgedrag tussen experimentele en controlegroep. Bij de cijfers over de gehele les is gebruik gemaakt van univariate variantie-analyses. Bij de vergelijking tussen groepen over de inhoudelijke lesactiviteiten zijn covariantie-analyses uitgevoerd, waarbij de duur van de lesactiviteit als covariaat is ingevoerd. Hiervoor is gekozen aangezien er sprake bleek te zijn van een significante samenhang tussen het taakgedrag van de leerling en de duur van de lesactiviteit. Indien een leerling een bepaalde periode nodig heeft om binnen een lesactiviteit 'op gang te komen', vormt die periode procentueel gezien een kleiner deel van de lesactiviteit naarmate de activiteit langer duurt. Dit verklaart de gevonden samenhang, die bij het achterwege laten van covariantie-analyses tot vertekening van de resultaten zou kunnen leiden.

Opvallend is het hoge percentage procedureel taakgericht gedrag in de experimentele groep. In die groep hebben de geobserveerde leerlingen - over de gehele les bezien - gemiddeld twintig procent van de tijd besteed aan procedurele activiteiten, terwijl dat percentage in de controlegroep rond de zes ligt. Ook tijdens inhoudelijke lesactiviteiten wordt in de experimentele groep een groter deel van de les besteed aan procedurele bezigheden. Dit gaat ten koste van het inhoudelijk taakgerichte gedrag. Overigens is het verschil tussen inhoudelijk en procedureel taakgericht gedrag niet altijd even duidelijk te maken. De gevonden verschillen tussen experimentele en controlegroep op het gebied van het inhoudelijk en procedureel taakgerichte gedrag zijn significant. Dat geldt zowel voor de analyse over de gehele les als voor de analyse over inhoudelijke lesactiviteiten. De verschillen in de categorie 'wachtend' en 'afgeleid' zijn niet significant. Wel is er een trend waar te nemen dat leerlingen in de experimentele groep minder tijd wachtend doorbrengen dan leerlingen in de controlegroep.

Uit een multivariate variantie-analyse, waarbij de in de tabel opgenomen categorieën taakgedrag op lesniveau als afhankelijke variabelen en de groep als onafhankelijke variabele zijn opgenomen, blijkt dat over het geheel genomen sprake is van een significant verschil in taakgedrag tussen de experimentele en de controlegroep ($F=7.05$; $p<.001$). Op de gegevens die tijdens de inhoudelijke lesactiviteiten zijn verzameld, is een multivariate covariantie-analyse uitgevoerd. Ook deze analyse geeft aan dat er sprake is van een significant verschil in taakgedrag tussen de experimentele en controlegroep ($F=6.21$; $p<.001$).

Naast de analyses over vier categorieën van taakgedrag zijn tevens variantie-analyses uitgevoerd waarbij onderscheid is gemaakt in twee vormen van taakgedrag: taakgericht (inhoudelijk of procedureel) en niet-taakgericht (wachtend of afgeleid). Deze

analyses lieten geen significant verschil tussen de experimentele en de controlegroep zien.

De toetsing van verschillen naar schoolsoort (mavo-2, brugklas-2, mavo-3, havo-3 en vwo-3) stuitte op het bezwaar dat er met name in de derde klassen te weinig lessen zijn geobserveerd om een dergelijke analyse te mogen uitvoeren. Om dit probleem te ondervangen is schoolsoort teruggebracht tot een variabele met twee categorieën: mavo en havo/vwo. De vervolgens uitgevoerde tweewegvariantie-analyses met de variabelen 'groep' en 'schoolsoort' als onafhankelijke variabelen, leidden echter niet tot significante resultaten voor laatstgenoemde variabele. Ook de docent bleek niet verantwoordelijk voor significante verschillen in taakgedrag.

Drie lessenreeksen in de experimentele groep met elkaar vergeleken

Bij de categorieën 'inhoudelijk taakgericht' en 'procedureel taakgericht' in de experimentele groep komen relatief grote standaarddeviaties voor, zoals tabel 5.1 laat zien. Deze wijzen op een vrij grote spreiding in de cijfers binnen deze groep. Dit is te verklaren door verhoudingsgewijs grote verschillen in taakgedrag tussen verschillende lessenreeksen waarin met multimedia is gewerkt. Deze verschillen worden in tabel 5.2 gepresenteerd. De tabel geeft een overzicht van de geobserveerde taakgerichtheid op lesniveau in de experimentele groep, tijdens de lessenreeksen in het kader van respectievelijk het instructieve, het ontdekkende en het onderzoekende paradigma. De vierde lessenreeks, die in het teken van het taakverlichtende paradigma stond, is bij deze vergelijking buiten beschouwing gelaten in verband met het kleine aantal observaties tijdens deze reeks.

Tabel 5.2 - Taakgerichtheid op lesniveau in verschillende lessenreeksen, in gemiddelde percentages van de les (66 lessen in de experimentele groep)

leerparadigma: lessenreeks:	-- instructief --		-- ontdekkend --		-- onderzoekend --	
	'Actieve Aarde'		'Alles in orde?'		'Werk aan Europa'	
	(N=23)		(N=30)		(N=13)	
	gemiddeld	sd	gemiddeld	sd	gemiddeld	sd
inhoudelijk taakgericht	74.9 %	9.9	61.7 %	18.2	59.4 %	14.5
procedureel taakgericht	16.6 %	7.7	22.1 %	12.5	27.8 %	12.7
wachtend	2.7 %	2.9	6.0 %	5.8	3.1 %	4.1
afgeleid	5.6 %	5.7	9.9 %	7.5	9.1 %	7.8

Bij de lessenreeksen 'Actieve aarde' en 'Alles in orde?' zijn in de tabel zowel de eerste uitvoering (in het schooljaar 1989/90) als de tweede uitvoering (in het schooljaar 1990/91) verwerkt. De verschillen tussen de eerste en tweede uitvoering waren, wat het geobserveerde taakgedrag betreft, zo klein dat er geen bezwaar bestaat tegen deze gezamenlijke presentatie. Toetsing van deze verschillen liet geen significante resultaten zien.

Uit de tabel kan worden opgemaakt dat er sprake is van duidelijke verschillen in taakgedrag van de geobserveerde leerlingen in de drie onderscheiden lessenreeksen. Toetsing van de gevonden verschillen door middel van een multivariate variantie-analyse laat zien dat er over de vier onderscheiden categorieën van taakgedrag samen sprake is van significante verschillen tussen lessenreeksen ($F=2.74$; $p<.01$). Tabel 5.3 laat de resultaten van de univariate variantie-analyses zien.

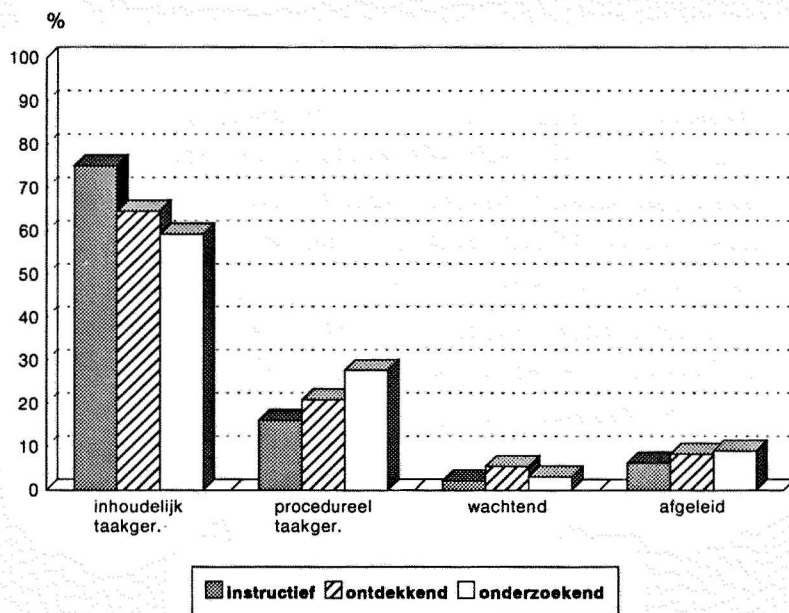
Tabel 5.3 - Vergelijking van taakgerichtheid op lesniveau in drie lessenreeksen in de experimentele groep, over 66 geobserveerde lessen; resultaten van univariate variantie-analyses

	F	p	E ²
inhoudelijk taakgericht	6.46	.003	.17
procedureel taakgericht	4.40	.016	.12
wachtend	3.88	.026	.11
afgeleid	2.56	.086	.08

Uit de analyses blijkt dat er significante verschillen tussen de drie lessenreeksen optreden op het gebied van de inhoudelijke en procedurele taakgerichtheid en met betrekking tot de categorie 'wachtend'. Met behulp van Scheffé-toetsen is nagegaan in hoeverre sprake is van significante verschillen tussen lessenreeksen onderling. Daaruit blijkt dat de mate van inhoudelijk taakgericht gedrag in de eerste lessenreeks significant groter is dan in de tweede en de derde lessenreeks. Op het punt van het procedureel taakgerichte gedrag is er sprake van een significant verschil tussen de eerste en de derde lessencyclus. In de derde reeks wordt daaraan relatief de meeste tijd besteed. Bij de derde onderscheiden categorie, het percentage van de les dat wachtend wordt doorgebracht, is het verschil tussen de eerste en de tweede lessenreeks significant. De tweede lessenreeks onderscheidt zich hier in negatieve zin. Bij de categorie 'afgeleid' is er een trend ten gunste van de eerste lessenreeks. Analyses waarbij res-

pectievelijk de schoolsoort en de docent als onafhankelijke variabele worden toegevoegd, laten geen significante verschillen in taakgedrag zien die aan deze variabelen kunnen worden toegeschreven. Figuur 5.1 geeft een indruk van de verschillen die optreden ten aanzien van het taakgedrag in de verschillende experimentele lessenreeksen.

Figuur 5.1 - Taakgedrag in gemiddelde percentages van de les in drie verschillende lessenreeksen in de experimentele groep (66 lessen)



Zoals uit de grafiek blijkt, is het meest opmerkelijke verschil tussen de drie lessenreeksen te vinden in de verhouding van inhoudelijk taakgericht tegenover procedureel taakgericht gedrag. Naarmate het project vordert, neemt het inhoudelijk taakgerichte gedrag af. Dit is te verklaren door het feit dat met het vorderen van het project ook de vrijheid van de leerling is toegenomen, doordat de applicaties minder sturend werden. Dit heeft geleid tot meer uitleg door de docent en dus tot meer procedurele lesactiviteiten. De eerste lessenreeks, 'Actieve aarde', is opgezet volgens het instructieve paradigma, waarbij de leerweg van de leerling precies is afgebakend. De daarop volgende toepassing, 'Alles in orde?', is in het kader van het ontdekkende paradigma samengesteld. Daarbij wordt reeds aandacht besteed aan het uitwerken van

een onderzoeksvraag in deelvragen. Bovendien is in deze lessenreeks een voor docent en leerling nieuwe werkvorm geïntroduceerd, het rollenspel. Ook dit vergt extra uitleg. In de derde lessencyclus, 'Werk aan Europa', staat het onderzoekende paradigma centraal. Het is de bedoeling dat leerlingen zelfstandig onderzoek doen, waarbij zij zelf onderzoeksvragen vertalen in deelvragen en de ter beantwoording van deze deelvragen benodigde informatie verzamelen. Vervolgens moeten ze hun resultaten klassikaal presenteren. Het spreekt voor zich dat een dergelijke aanpak veel uitleg vergt, tenzij bij de leerlingen reeds vaardigheden op het terrein van onderzoekend leren aanwezig zijn. Deze extra uitleg gaat ten koste van de tijd die beschikbaar is voor inhoudelijke activiteiten van de leerling. Samengevat kan dus worden gesteld dat de hoeveelheid procedurele tijd toeneemt, naarmate de applicaties vorderen van instructief naar onderzoekend en dus minder sturend worden.

Ook indien de tweedeling taakgericht (inhoudelijk of procedureel) versus niet-taakgericht (wachtend of afgeleid) wordt geanalyseerd, is er sprake van significante verschillen ($F=5.08$; $p<.01$; $E^2=.14$). Uit de Scheffé-toets blijkt dat het verschil tussen de eerste en de tweede lessenreeks significant is. Het gedcelte van de les dat niet-taakgericht wordt doorgebracht, is het kleinst in de eerste lessenreeks.

Een laatste analyse van het geobserveerde taakgedrag van de leerlingen in de experimentele groep, betreft het taakgedrag tijdens het (in tweetallen of groepjes) werken met multimedia. Van individueel werkende leerlingen zijn onvoldoende lesobservaties beschikbaar, waardoor deze buiten beschouwing zijn gelaten.

Tabel 5.4 heeft betrekking op de lesactiviteiten waarbij leerlingen gebruik maakten van de interactieve beeldplaat, CD-ROM of Videotex tijdens de eerste, tweede en derde lessenreeks. Het taakgedrag verschilt niet significant naar lessenreeks, na correctie voor de duur van de observatie. Daarbij moet worden aangetekend dat het aantal observaties per lessenreeks beperkt is. De cijfers in de tabel laten duidelijke verschillen zien. Deze worden echter deels vertekend doordat de gemiddelde duur van de geobserveerde activiteit varieert. Zoals eerder aangegeven, is het percentage inhoudelijk taakgericht gedrag in het algemeen hoger naarmate de geobserveerde lesactiviteit langer heeft geduurd. In de eerste lessenreeks duurde de observatie van het werken met multimedia gemiddeld 30.3 minuten per les, terwijl in de derde lessenreeks per les nog maar gemiddeld 21.8 minuten aan multimediale bezigheden werd geobserveerd. Dit verschil naar lessenreeks is significant ($F=4.79$; $p<.05$; $E^2=.15$). Tijdens de lessen in het kader van het instructieve leerparadigma, in de eerste lessenreeks, stonden multimedia centraal als middel van leerstofoverdracht. In de tweede en derde lessenreeks kregen de media meer de functie van informatiebron bij het

groepsgewijs uitwerken van opdrachten. Dit verklaart de kortere duur van de activiteiten die direct met het gebruik van multimedia te maken hebben.

Tabel 5.4 - Taakgerichtheid tijdens het in tweetallen of groepen werken met multimedia, in gemiddelde percentages van de geobserveerde periode (56 activiteiten)

leerparadigma: lessenreeks:	-- instructief -- 'Actieve Aarde'	-- ontdekkend -- 'Alles in orde?'	-- onderzoekend -- 'Werk aan Europa'
<i>gemiddeld</i>			
inhoudelijk taakgericht	82.1 %	70.9 %	62.6 %
procedureel taakgericht	11.4 %	20.0 %	29.9 %
wachtend	2.0 %	1.5 %	0.5 %
afgeleid	4.3 %	7.0 %	6.0 %
<i>standaarddeviatie</i>			
inhoudelijk taakgericht	9.5	22.7	25.2
procedureel taakgericht	7.2	21.3	26.3
wachtend	2.6	2.5	1.2
afgeleid	6.1	8.6	8.5
aantal geobserveerde lessen	22	21	13
gemiddelde duur activiteit (min.)	30.3	23.6	21.8
standaarddeviatie	6.1	10.6	9.9

5.1.2 Interactie

Een aspect dat verweven is met het taakgedrag, is de interactie. Het gaat daarbij zowel om de interactie tussen de leerlingen en de docent als om de interactie tussen leerlingen onderling. Zowel de lesobservaties als de videoregistraties hebben informatie opgeleverd over genoemde interactie. Daarbij moet vooraf worden opgemerkt dat een vergelijking van de interactie tussen leerlingen en docent in de experimentele en controlegroep niet geheel zuiver is. Met name tijdens het eerste jaar van het experiment was de systeembeheerder in de klas aanwezig op momenten waarop leerlingen met multimedia werkten. De systeembeheerder functioneerde daarbij als tweede docent, zodat er in de experimentele klassen meer mogelijkheden tot interactie met de docent waren dan in de controleklassen. In het tweede jaar van het PNM-project is de aanwezigheid van de systeembeheerder afgebouwd. Dit kan tevens invloed hebben op de vergelijking tussen de eerste en de tweede uitvoering van de lessen-

reeksen in de experimentele groep in het kader van het instructieve en het ontdekkende paradigma.

De experimentele groep en de controlegroep met elkaar vergeleken

In de experimentele groep vindt aanzienlijk meer interactie tussen de docent en de (geobserveerde) leerlingen en tussen de geobserveerde leerlingen en andere leerlingen plaats dan in de controlegroep. Deze verschillen zijn significant. Het percentage interactie tussen leerlingen en de docent is in de experimentele lessen aanmerkelijk groter dan uitsluitend op grond van de aanwezigheid van de systeembeheerder als extra docent in de klas tijdens deze lessen zou kunnen worden verwacht. Tabel 5.5 geeft een overzicht van de gemiddelde percentages interactie op lesniveau en tijdens inhoudelijke lesactiviteiten, over alle geobserveerde lessen. Ook de resultaten van de op deze cijfers uitgevoerde variantie-analyses zijn in de tabel te vinden. Een correctie voor de duur van de geobserveerde lesactiviteit was hier niet nodig, aangezien deze geen duidelijke samenhang vertoonde met de hoeveelheid interactie.

Ter verduidelijking van de cijfers in de tabel moet nog worden opgemerkt, dat interactie tussen leerling en docent betrekking heeft op mondeling contact tussen de op dat moment geobserveerde leerling en de docent. Dat houdt in dat frontaal lesgeven, waarbij de docent de gehele klas tegelijkertijd toespreekt, niet als interactie tussen (de geobserveerde) leerling en de docent wordt beschouwd.

Tabel 5.5 - Interactie op lesniveau en tijdens inhoudelijke lesactiviteiten, in gemiddelde percentages van respectievelijk de les en de geobserveerde lesactiviteit (71 lessen en 146 activiteiten in de experimentele groep en 16 lessen en 49 activiteiten in de controlegroep)

	experim. groep		controlegroep		F	p	E ²
	gemidd.	sd	gemidd.	sd			
<i>gehele les</i>							
interactie leerling-docent	8.9 %	6.6	1.7 %	1.4	18.76	.000	.18
interactie leerling-leerling	29.4 %	20.4	3.0 %	5.5	26.27	.000	.24
<i>Inhoudelijke lesactiviteiten</i>							
interactie leerling-docent	8.2 %	11.8	3.1 %	6.5	8.40	.004	.04
interactie leerling-leerling	23.1 %	26.2	5.3 %	14.4	20.45	.000	.10

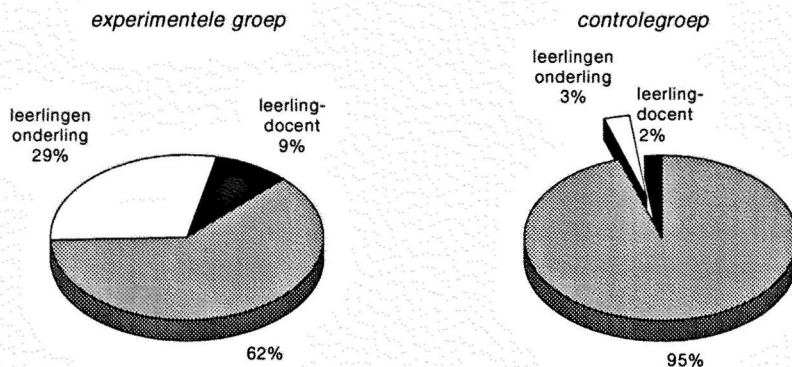
Naast de groep, bleek ook de schoolsoort een factor van betekenis. Dit geldt echter uitsluitend voor de mate waarin interactie tussen leerlingen onderling plaatsvond. Leerlingen in havo/vwo-klassen communiceren significant meer met elkaar dan leerlingen in mavo-klassen. Dit geldt zowel voor het niveau van de les als geheel ($F=6.73$; $p<.05$; $E^2=.06$) als voor het niveau van de inhoudelijke lesactiviteiten ($F=4.18$; $p<.05$; $E^2=.02$). De volgende tabel geeft de percentages. De mate waarin interactie tussen de leerlingen en de docent werd geregistreerd, verschilde niet significant naar schoolsoort. Ook waren er op dit punt geen significante verschillen van docent tot docent.

Tabel 5.6 - Interactie tussen leerlingen, op lesniveau en tijdens inhoudelijke lesactiviteiten; naar schoolsoort

	- experimentele groep -		----- controlegroep -----	
	gemiddeld	std.dev.	gemiddeld	std.dev.
<i>Over de gehele les</i>				
mavo	23.6 %	18.7	1.7 %	2.4
havo/vwo	35.3 %	20.6	4.2 %	7.5
<i>Inhoudelijke lesactiviteiten</i>				
mavo	18.8 %	24.4	5.4 %	14.0
havo/vwo	27.9 %	27.4	5.3 %	15.3

Onderstaande figuur geeft een indruk van de verschillen die er tussen de experimentele en de controlegroep bestaan op het punt van de interactie tijdens de les.

Figuur 5.2 - Hoeveelheid interactie tijdens de les tussen de geobserveerde leerlingen en de docent of andere leerlingen



Drie lessenreeksen in de experimentele groep met elkaar vergeleken

Ook op het punt van de interactie is een vergelijking gemaakt tussen de drie experimentele lessenreeksen. Voorafgaand daaraan is nagegaan in hoeverre er verschillen zijn tussen de eerste en de tweede uitvoering van de eerste twee lessenreeksen. Deze verschillen zouden kunnen optreden doordat de systeembeheerder tijdens de tweede uitvoering minder vaak in de klas aanwezig was. Significante verschillen werden daarbij echter niet geconstateerd. Tabel 5.7 geeft een overzicht van de hoeveelheid interactie in de onderscheiden lessenreeksen, op lesniveau en tijdens inhoudelijke lesactiviteiten.

Tabel 5.7 - Interactie op lesniveau en tijdens inhoudelijke lesactiviteiten in verschillende lessenreeksen, in gemiddelde percentages (66 lessen en 131 activiteiten in de experimentele groep)

leerparadigma: lessenreeks:	-- instructief -- 'Actieve Aarde' gemidd. sd		-- ontdekkend -- 'Alles in orde?' gemidd. sd		-- onderzoekend -- 'Werk aan Europa' gemidd. sd	
<i>Over de gehele les</i>						
interactie leerling-docent	11.0 %	6.6	7.2 %	5.2	11.4 %	8.5
interactie leerling-leerling	43.4 %	17.3	23.9 %	19.5	26.2 %	15.7
<i>Inhoudelijke lesactiviteiten</i>						
interactie leerling-docent	7.7 %	8.8	7.4 %	10.7	13.1 %	18.1
interactie leerling-leerling	30.6 %	28.9	21.0 %	25.5	27.1 %	25.1

Uit variantie-analyses blijkt dat de hoeveelheid interactie tussen leerlingen en de docent en tussen leerlingen onderling significant verschilt van lessenreeks tot lessenreeks, voor zover het interactie over de gehele les bezien betreft. Een vergelijking van lessenreeksen onderling, met behulp van Scheffé-toetsen, laat op het punt van de interactie tussen leerlingen onderling een significant verschil zien tussen de eerste lessenreeks enerzijds en de tweede en derde lessenreeks anderzijds. Tijdens de eerste lessenreeks vindt aanzienlijk meer interactie tussen leerlingen plaats dan tijdens de tweede en derde reeks. Mogelijk kan dit resultaat worden verklaard doordat tijdens de eerste lessenreeks het gebruik van multimedia procentueel gezien een groter deel van de les beslaat, waardoor de interactie tussen leerlingen gedurende een groter deel van de les wordt bevorderd. Op het niveau van de inhoudelijke lesactiviteiten zijn de verschillen niet significant (zie tabel 5.8).

Tabel 5.8 - Vergelijking van interactie op lesniveau over verschillende lessenreeksen in de experimentele groep, over 66 geobserveerde lessen en 131 inhoudelijke lesactiviteiten; resultaten van univariate variantie-analyses

	---- over de gehele les ----			-- inhoudelijke activiteiten --		
	F	p	E ²	F	p	E ²
leerling-docent	3.16	.049	.09	2.34	.101	.04
leerling-leerling	8.90	.000	.19	1.69	.189	.03

Naast de beschreven significanties, is ook hier bij de interactie tussen leerlingen onderling op lesniveau ($F=11.06$; $p<.005$; $E^2=.12$) en op het niveau van inhoudelijke lesactiviteiten ($F=6.74$; $p<.05$; $E^2=.05$) sprake van significante verschillen naar schoolsoort. Zoals reeds naar aanleiding van tabel 5.6 is opgemerkt, bleken havo- en vwo-leerlingen meer met elkaar te communiceren dan mavo-leerlingen.

Tot besluit van de beschrijving van de kwantitatieve lesobservaties, geeft tabel 5.9 een indruk van de interactie tijdens het (in tweetallen of groepjes) werken met multimedia.

Tabel 5.9 - Interactie tijdens het in tweetallen of groepen werken met multimedia, in gemiddelde percentages van de geobserveerde periode (56 activiteiten)

leerparadigma: lessenreeks:	-- instructief -- 'Actieve Aarde'	-- ontdekkend -- 'Alles in orde?'	-- onderzoekend -- 'Werk aan Europa'
<i>gemiddeld</i>			
interactie leerling-docent	13.0 %	10.2 %	16.8 %
interactie leerling-leerling	54.4 %	41.2 %	38.6 %
<i>standaarddeviatie</i>			
interactie leerling-docent	8.5	7.6	13.7
interactie leerling-leerling	14.9	22.5	21.1
aantal geobserveerde lessen	22	21	13
gemiddelde duur activiteit (min.)	30.3	23.6	21.8
standaarddeviatie	6.1	10.6	9.9

De interactie tussen leerlingen verschilt significant ($F=3.91$; $p<.05$; $E^2=.12$). Tijdens de eerste lessenreeks is sprake van meer interactie tussen leerlingen dan tijdens de tweede en derde lessenreeks. Daarnaast is tevens sprake van een effect van de schoolsoort ($F=7.59$; $p<.01$; $E^2=.11$). De interactie speelt in havo/vwo-klassen een grotere rol dan in mavo-klassen. De interactie tussen de geobserveerde leerlingen en de docent verschilt niet significant tussen verschillende lessenreeksen.

Videoregistraties

De analyse van de videobeelden die zijn opgenomen tijdens de lessencycli 'Actieve Aarde', volgens het instructieve leerparadigma, en 'Werk aan Europa', in het kader van het onderzoekende paradigma, biedt de mogelijkheid nader in te gaan op de aard van de interactie tussen leerlingen en de docent en tussen leerlingen onderling.

Leerlingen blijken tijdens het werken met multimedia bijna voortdurend met elkaar te overleggen. De interactie heeft veelal betrekking op de activiteiten die uitgevoerd moeten worden om bij de benodigde informatie te geraken. Er wordt veel overleg gewijd aan het verhelderen van de bedoeling van de opdrachten uit het schriftelijke leerlingmateriaal.

In het algemeen verloopt de uitvoering van een opdracht en de bijbehorende interactie als volgt: Een van de leerlingen leest de opdracht voor. Daarna volgen de procedurele instructies in het leerlingmateriaal. Na het lezen van deze instructies volgt onderling overleg over de handelingen die uitgevoerd moeten worden. Vooral bij 'Werk aan Europa' kan dan verwarring ontstaan over hetgeen gedaan moet worden. Al pratende en lezende worden de voorgeschreven handelingen uitgevoerd. Nadat de leerlingen, meestal in onderlinge samenspraak, de laatste instructie hebben uitgevoerd, gaan zij bekijken wat precies met de verkregen informatie moet gebeuren ("Waar moeten we *wat* opschrijven?"). De opdracht wordt door een van de leerlingen nogmaals hardop voorgelezen. Daarna wordt overlegd wat opgeschreven moet worden. Het accent ligt dan vaak op de mate waarin de vraagstelling uit de opdracht en de antwoorden op het scherm op elkaar aansluiten. Als uiteindelijk bepaald is wat opgeschreven moet worden, leest een van de leerlingen het gekozen antwoord voor.

In de meeste gevallen wordt gewerkt in goede onderlinge verstandhouding en samenwerking. In enkele van de groepen die in de video-opnamen figureren, is sprake van een asymmetrische werkrelatie. Dat houdt in dat één leerling uit de groep bepaalt wat er gebeurt. Daarnaast komt het slechts een enkele keer voor dat negatief gedrag van één leerling de voortgang van de werkzaamheden van een hele groep negatief beïnvloedt. De samenwerking lijkt doorgaans positief te zijn voor de voortgang van

de werkzaamheden. Zo wordt een slimme, maar wat langzaam werkende leerling, tot meer tempo aangezet door een andere leerling die wil doorwerken.

Uit de video-opnamen blijkt dat leerlingen in het algemeen weinig inhoudelijke reacties geven op de informatie die zij op het beeldscherm zien. Zij zijn meer gericht op het vinden van het juiste antwoord dan op een inhoudelijke reflectie. Dit komt in de onderlinge interactie tot uiting. Door het uitermate open karakter van de opdrachten in het kader van het onderzoekende leerparadigma worden leerlingen weliswaar meer gestimuleerd tot inhoudelijk overleg dan tijdens de opdrachten in het teken van het instructieve paradigma, maar bij beide lessenreeksen kan slechts zelden worden geconstateerd dat inhoudelijk met elkaar wordt gepraat over het gevonden antwoord.

Interactie met de docent of systeembeheerder komt relatief weinig voor bij de video-opnamen. Een mogelijke verklaring daarvoor is de ligging van het gebruikte werkstation, in een hoek van het lokaal, buiten de directe looproute van de docent. Mogelijk was daarnaast sprake van enige cameraschuwheid bij de desbetreffende docenten. De gesignalcerde interacties tussen docent en leerlingen ontstaan zowel op initiatief van de docent als op initiatief van de leerlingen. Als de docent of systeembeheerder uit eigen beweging bij het werkstation komt kijken, controleert deze allereerst de voortgang van de leerlingen. Als duidelijk wordt dat de leerlingen bepaalde problemen hebben of fouten hebben gemaakt, helpt de docent of systeembeheerder hen met enkele gerichte vragen weer op weg. Daarnaast worden regelmatig opmerkingen met betrekking tot de taakverdeling van de werkzaamheden aan het werkstation gemaakt. Als de leerlingen hulp vragen aan de docent, hebben zij in het algemeen eerst zelf veel uitgeprobeerd om het probleem op te lossen. Dit geldt zowel voor problemen met betrekking tot het functioneren van het werkstation als voor problemen van meer inhoudelijke aard.

5.1.3 Leervorderingen

In hoofdstuk 4 is de vraag gesteld naar de eventuele invloed van het gebruik van multimedia in het aardrijkskunde-onderwijs op de leervorderingen van de leerlingen. Om deze vraag te beantwoorden zijn leervorderingentoetsen ontwikkeld en afgenomen in voor- en nameting. De in deze paragraaf beschreven analyses hebben betrekking op vier verschillende toetsen. Het gaat om toetsen bij de lessenreeksen 'Actieve aarde' en 'Alles in orde?' in het schooljaar 1989/90 en om toetsen bij de tweede uitvoering van dezelfde lessenreeksen, in het schooljaar 1990/91. Alle scores in deze paragraaf worden uitgedrukt in een cijfer dat kan variëren van nul ('slecht') tot tien ('uitmuntend').

Toets bij de lessenreeks 'Actieve aarde' in het schooljaar 1989/90

De toets bij de lessenreeks 'Actieve Aarde', die in het teken van het instructieve leerparadigma stond, is in het schooljaar 1989/90 afgenomen bij leerlingen van zowel de tweede als de derde klassen in de experimentele en controlegroep. Deze toets heeft betrekking op de onderwerpen vulkanisme en aardbevingen.

Tabel 5.10 geeft een beeld van de gemiddelde scores op de voor- en de nameting bij de afname in de tweede klassen. Op de nametingsscores is een covariantie-analyse uitgevoerd, met als covariaat de score op de voormeting en als onafhankelijke variabelen de groep (experimentele of controlegroep), de schoolsoort (mavo-2/brugklas-2) en het geslacht. De resultaten daarvan zijn te vinden in tabel 5.11. De resultaten van de afname van de toets in de derde klassen zijn afzonderlijk geanalyseerd, aangezien de uitgevoerde analyses verschillende effecten in de tweede en derde klas lieten zien. De in die klassen behaalde scores en de resultaten van de covariantie-analyse zijn respectievelijk weergegeven in tabel 5.12 en 5.13.

Tabel 5.10 - Resultaten van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Actieve aarde'; tweede klas, schooljaar 1989/90 (N=124)

schoolsoort groep	--- mavo-2 ---		- brugklas-2 -		---- totaal ----	
	exper.	contr.	exper.	contr.	exper.	contr.
<i>voormeting</i>						
gemiddelde score	4.5	4.8	5.3	4.9	4.9	4.9
standaarddeviatie	1.4	1.3	1.1	1.6	1.3	1.5
<i>nameting</i>						
gemiddelde score	7.2	7.7	7.9	8.7	7.6	8.4
standaarddeviatie	1.2	1.4	1.2	1.0	1.3	1.2
aantal leerlingen	40	15	43	26	83	41

Zowel in mavo-2 als in de tweede brugklas havo/vwo laten de leerlingen in de controlegroep gemiddeld meer leervorderingen zien dan de leerlingen in de experimentele groep. Leerlingen in de havo/vwo-brugklas presteren bij deze toets in het algemeen beter dan mavo-leerlingen en jongens gaan gemiddeld meer vooruit dan meisjes. Al deze verschillen zijn significant, zoals uit tabel 5.11 kan worden opgemaakt.

Tabel 5.11 - Resultaten van de covariantie-analyse op de nameting van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Actieve aarde'; tweede klas, schooljaar 1989/90 (N=124)

	Sum of Squares	DF	F	p	E ²
voormeting (covariaat)	43.32	1	39.75	.000	.21
groep	13.45	1	12.34	.001	.07
schoolsoort	12.93	1	11.87	.001	.06
geslacht	5.70	1	5.23	.024	.03
groep*schoolsoort	2.84	1	2.60	.109	.01
groep*geslacht	.62	1	.57	.453	.00
schoolsoort*geslacht	.05	1	.05	.826	.00
verklaard	79.14	7	10.37	.000	.39
residueel	126.41	116			
totaal	205.55	123			

Tabel 5.12 - Resultaten van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Actieve aarde'; derde klas, schooljaar 1989/90 (N=127)

schoolsoort groep	--- mavo-3 --- exper. contr.		--- havo-3 --- exper. contr.		atheneum-3 exper. contr.		---- totaal ---- exper. contr.	
<i>voormeting</i>								
gemiddelde score	4.6	4.5	5.4	5.1	5.3	5.2	5.1	5.0
standaarddeviatie	1.4	1.2	0.9	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2
<i>nameting</i>								
gemiddelde score	7.1	7.5	8.1	8.3	8.8	8.0	8.1	8.0
standaarddeviatie	1.2	1.5	1.0	1.0	0.8	1.0	1.2	1.2
aantal leerlingen	17	20	17	22	25	26	59	68

In de derde klas is geen sprake van een significant hoofdeffect van de experimentele conditie. Wel hangen schoolsoort en geslacht samen met de bereikte leervorderingen. Leerlingen van mavo-3 laten de minste vooruitgang ten opzichte van de voormeting zien, terwijl de vorderingen in atheneum-3 het grootst zijn. Jongens gaan qua leerprestaties meer vooruit dan meisjes. Daarnaast blijkt er een significante interactie

tussen groep en schoolsoort op te treden. Bij mavo-3 en havo-3 boekt de controle-groep meer vooruitgang, terwijl bij atheneum-3 de experimentele groep meer leervorderingen laat zien.

Tabel 5.13 - Resultaten van de covariantie-analyse op de nameting van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Actieve aarde'; derde klas, schooljaar 1989/90 (N=127)

	Sum of Squares	DF	F	p	E ²
voormeting (covariaat)	25.22	1	23.49	.000	.14
groep	.16	1	.15	.704	.00
schoolsoort	17.20	2	8.01	.001	.09
geslacht	5.14	1	4.80	.031	.03
groep*schoolsoort	9.91	2	4.62	.012	.05
groep*geslacht	.23	1	.21	.647	.00
schoolsoort*geslacht	1.73	2	.81	.450	.01
verklaard	57.74	10	5.38	.000	.32
residueel	124.51	116			
totaal	182.25	126			

Toets bij de lessenreeks 'Alles in orde?' in het schooljaar 1989/90

De tweede lessenreeks in het schooljaar 1989/90, 'Alles in orde?' genaamd, stond in het teken van ruimtelijke ordening. De daarbij ontwikkelde leervorderingentoets heeft betrekking op het leerstofvervangende gedeelte van de experimentele toepassing. Het betreft de leerstof die - in het kader van het ontdekkende leerparadigma - via de CD-ROM 'Utrecht in zicht' en het bijbehorende schriftelijke materiaal wordt aangeboden. Tabel 5.14 geeft een overzicht van de resultaten in de tweede klas bij de voor- en de nameting, terwijl de resultaten van de covariantie-analyse in tabel 5.15 zijn opgenomen. De toetsen van de derde klassen zijn bij de analyses buiten beschouwing gelaten, zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven.

Tabel 5.14 - Resultaten van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Alles in orde'; tweede klas, schooljaar 1989/90 (N=144)

schoolsoort groep	- mavo-2 ---		brugklas 2 -		---- totaal -- -	
	exper	contr	exper	contr	exper	contr
<i>voormeting</i>						
gemiddelde score	3 7	3 9	5 1	4 8	4 5	4 4
standaarddeviatie	1 9	2 0	2 3	2 4	2 2	2 3
<i>nameting</i>						
gemiddelde score	5 3	5 2	7 4	7 3	6 4	6 3
standaarddeviatie	2 0	2 0	2 2	2 2	2 3	2 3
aantal leerlingen	42	24	52	26	94	50

Tabel 5.15 - Resultaten van de covariantie-analyse op de nameting van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Alles in orde'; tweede klas, schooljaar 1989/90 (N=144)

	Sum of Squares	DF	F	p	E ²
voormeting (covariaat)	203.23	1	57.13	.000	.26
groep	14	1	.04	.841	.00
schoolsoort	79.13	1	22.25	.000	.10
geslacht	14	1	.04	.844	.00
groep*schoolsoort	38	1	.11	.745	.00
groep*geslacht	76	1	.21	.645	.00
schoolsoort*geslacht	3.08	1	.87	.354	.00
verklaard	287.15	7	11.53	.000	.37
residueel	483.77	136			
totaal	770.92	143			

Uit de covariantie-analyse (zie tabel 5.15) komt een significant effect van de achtergrondvariabele 'schoolsoort' naar voren. Evenals bij de toets in de eerste lessenreeks

presteren leerlingen van de brugklas havo/vwo beter dan leerlingen in mavo-2. De verschillen tussen de experimentele en controlegroep en de verschillen tussen meisjes en jongens zijn hier te verwaarlozen. Noemenswaardige interactie-effecten treden evenmin op.

Toets bij de lessenreeks 'Actieve aarde' in het schooljaar 1990/91

Bij de tweede uitvoering van de lessenreeks rond vulkanisme en aardbevingen, in het schooljaar 1990/91, zijn uitsluitend in de tweede klassen leervorderingentoetsen afgenomen. De in dat schooljaar afgenomen toets is niet vergelijkbaar met de toets die in het schooljaar 1989/90 aan de leerlingen is voorgelegd, aangezien de toets op veel punten is herzien. Tabel 5.16 geeft een overzicht van de resultaten.

Voor zowel mavo als brugklas geldt dat de resultaten zowel bij de voormeting als bij de nameting slechter zijn dan in het voorafgaande schooljaar (zie tabel 5.10). Dit verschil wordt naar alle waarschijnlijkheid veroorzaakt doordat de toets herzien is.

Tabel 5.16 - Resultaten van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Actieve aarde'; tweede klas, schooljaar 1990/91 (N=122)

schoolsoort groep	--- mavo-2 ---		- brugklas-2 -		---- totaal ----	
	exper.	contr.	exper.	contr.	exper.	contr.
<i>voormeting</i>						
gemiddelde score	3.7	3.3	3.3	3.9	3.6	3.7
standaarddeviatie	1.4	1.4	2.0	1.6	1.7	1.5
<i>nameting</i>						
gemiddelde score	6.1	5.8	7.8	7.0	6.7	6.5
standaarddeviatie	1.7	1.8	1.4	1.5	1.8	1.7
aantal leerlingen	47	19	26	30	73	49

De covariantie-analyse (zie tabel 5.17) geeft aan dat het hoofdeffect van de experimentele variabele niet significant is, al is er wel sprake van een trend ten gunste van de experimentele groep. Wel significant is het hoofdeffect van de variabele 'schoolsoort'. Dit kan worden toegeschreven aan het beter presteren van de leerlingen in de brugklas havo/vwo.

Tabel 5.17 - Resultaten van de covariantie-analyse op de nameting van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Actieve aarde'; tweede klas, schooljaar 1990/91 (N=122)

	Sum of Squares	DF	F	p	E ²
voormeting (covariaat)	2.91	1	1.13	.290	.01
groep	9.64	1	3.74	.056	.03
schoolsoort	67.42	1	26.15	.000	.18
geslacht	3.36	1	1.30	.256	.01
groep*schoolsoort	1.93	1	.75	.388	.01
groep*geslacht	.50	1	.19	.661	.00
schoolsoort*geslacht	2.23	1	.87	.354	.01
verklaard	76.46	7	4.24	.000	.21
residueel	293.87	114			
totaal	370.33	121			

Toets bij de lessenreeks 'Alles in orde?' in het schooljaar 1990/91

De laatste lessenreeks waarbij leervorderingentoetsen zijn afgenomen, is de tweede uitvoering van 'Alles in orde?', in het schooljaar 1990/91. Ook deze toets is niet vergelijkbaar met de toets die in het voorafgaande schooljaar is afgenomen, in verband met belangrijke wijzigingen in de toetsitems. Tabel 5.18 geeft een overzicht, terwijl de daarop volgende tabel de neerslag vormt van de uitgevoerde covariantie-analyse.

Tabel 5.18 - Resultaten van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Alles in orde?'; tweede klas, schooljaar 1990/91 (N=142)

schoolsoort groep	--- mavo-2 ---		- brugklas-2 -		---- totaal ----	
	exper.	contr.	exper.	contr.	exper.	contr.
<i>voormeting</i>						
gemiddelde score	5.7	4.7	5.8	5.8	5.8	5.5
standaarddeviatie	1.6	1.9	1.8	1.7	1.7	1.8
<i>nameting</i>						
gemiddelde score	7.1	5.9	7.9	7.6	7.5	7.0
standaarddeviatie	1.6	1.7	1.3	1.5	1.5	1.7
aantal leerlingen	44	14	55	29	99	43

Tabel 5.19 - Resultaten van de covariantie-analyse op de nameting van de leervorderingentoets bij de lessenreeks 'Alles in orde?'; tweede klas, schooljaar 1990/91 (N=142)

	Sum of Squares	DF	F	p	E ²
voormeting (covariaat)	119.10	1	80.85	.000	.34
groep	5.56	1	3.78	.054	.02
schoolsoort	24.13	1	16.38	.000	.07
geslacht	.00	1	.00	.971	.00
groep*schoolsoort	.51	1	.35	.556	.00
groep*geslacht	.00	1	.00	.976	.00
schoolsoort*geslacht	3.67	1	2.49	.117	.01
verklaard	152.01	7	14.74	.000	.44
residueel	197.38	134			
totaal	349.40	141			

In tegenstelling tot de toets die in het schooljaar 1990/91 bij de eerste lessenreeks is afgenomen, laat deze toets resultaten zien die gemiddeld iets beter zijn dan in het vorige schooljaar. Uit de covariantie-analyse komt hetzelfde beeld naar voren als bij de toets in de eerste lessenreeks van hetzelfde schooljaar. Het verschil tussen experimentele en controlegroep is niet significant, maar er is wel een trend die wijst op een positiever resultaat voor de experimentele groep. Ook hier blijkt de variabele 'schoolsoort' een significante bijdrage te leveren aan de verklaring van de variantie in de prestaties van de leerlingen. Leerlingen in de brugklas havo/vwo scoren significant beter dan leerlingen in de tweede klas van de mavo-afdeling.

Conclusie

Tabel 5.20 geeft een overzicht van significante resultaten die zijn gevonden bij de analyse van de leervorderingentoetsen.

Tabel 5.20 - Resultaten van de leervorderingentoetsen, voor zover significant (p-waarden)

	groep	schoolsoort	geslacht	groep* schoolsoort	groep* geslacht	schoolsoort* geslacht
<i>Actieve aarde</i>						
1989/90; klas 2	p<.001 ¹	p<.001 ³	p<.05 ⁴			
1989/90; klas 3		p<.001 ³	p<.05 ⁴	p<.05 ⁵		
1990/91; klas 2	2	p<.001 ³				
<i>Alles in orde?</i>						
1989/90; klas 2		p<.001 ³				
1990/91; klas 2	2	p<.001 ³				

1 Ten gunste van de controlegroep

2 Niet significant, maar trend ten gunste van de experimentele groep

3 Ten gunste van hogere schoolsoort(en)

4 Ten gunste van de jongens

5 Ten gunste van de controlegroep bij lagere schoolsoort en ten gunste van de experimentele groep bij hogere schoolsoort

De resultaten van alle leervorderingentoetsen overziend, kan slechts de conclusie worden getrokken dat deze toetsen meer vorderingen laten zien bij de hogere schoolsoorten. Ten aanzien van eventuele verschillen tussen de experimentele en de controlegroep kan geen duidelijke uitspraak worden gedaan. Hetzelfde geldt voor de samenhang tussen leervorderingen en geslacht. Hier zijn slechts significante verschillen gevonden tijdens de eerste uitvoering van de eerste lessenreeks. Wellicht moeten deze verschillen worden verklaard vanuit de combinatie van het onderwerp (vulkanisme en aardbevingen), dat de jongens mogelijk meer heeft aangesproken, en de aanpak tijdens de eerste uitvoering van de lessenreeks (waarbij de multimediale leeromgevingen een hoofdrol speelden). De in de derde klas gevonden interactie tussen groep en schoolsoort, die erop zou kunnen wijzen dat de multimediale leeromgevingen tot meer resultaat leiden bij vwo-leerlingen, kon bij de andere toetsafnamen (in de tweede klassen) niet worden bevestigd.

5.1.4 Vaardigheid in het omgaan met informatie

Een van de verwachtingen bij de start van het project *Proefschool Nieuwe Media* was, dat het gebruik van de in het kader van het project ontwikkelde multimediale

applicaties een positieve invloed zou hebben op de vaardigheid van de leerlingen in het omgaan met informatie. Binnen het evaluatie-onderzoek is op verschillende manieren getracht licht te werpen op deze invloed. De belangrijkste onderzoeksactiviteit op dit gebied vormde de toets informatievaardigheden, die in drie verschillende versies is afgenomen in zowel een voor- als een nameting in de experimentele en controlegroep. In deze paragraaf worden de resultaten daarvan gepresenteerd, waarbij de behaalde scores steeds worden uitgedrukt in een cijfer dat kan variëren van nul ('slecht') tot tien ('uitmuntend'). Vervolgens wordt verslag gedaan van de resultaten van de drie mediaspecifieke vragen met betrekking tot het opzoeken van informatie, die zijn opgenomen in de vragenlijst die aan het einde van het PNM-project aan de leerlingen in de experimentele groep is voorgelegd.

Naast de bovengenoemde kwantitatieve resultaten, zijn in het onderzoek tevens op beperkte schaal kwalitatieve gegevens verzameld over de vaardigheid van de leerlingen in het omgaan met informatic. Het gaat daarbij om de video-opnamen die van een aantal leerlingen zijn gemaakt tijdens het werken met multimedia. De beschrijving van de resultaten daarvan zal eveneens deel uitmaken van deze paragraaf.

De informatievaardigheidentoets in de tweede klas in het schooljaar 1989/90

In het schooljaar 1989/90 is versie A van de toets informatievaardigheden gebruikt. In verband met redenen die in hoofdstuk 3 zijn aangegeven, zijn bij deze versie uitsluitend de resultaten van de tweede klassen geanalyseerd. Tabel 5.21 geeft een overzicht van de resultaten.

Tabel 5.21 - Resultaten van de toets informatievaardigheden (versie A); tweede klas, schooljaar 1989/90 (N=136)

schoolsoort groep	--- mavo-2 ---		- brugklas-2 -		--- totaal ---	
	exper.	contr.	exper.	contr.	exper.	contr.
<i>voormeting</i>						
gemiddelde score	5.0	5.4	7.1	7.0	6.2	6.3
standaarddeviatie	1.6	2.0	1.7	1.8	2.0	2.0
<i>nameting</i>						
gemiddelde score	5.9	5.5	8.1	7.5	7.2	6.6
standaarddeviatie	1.9	2.1	1.7	1.7	2.1	2.1
aantal leerlingen	39	20	39	24	92	44

De tabel laat zien dat het verschil tussen de voor- en de nameting niet groot is. Met andere woorden: er lijkt dit schooljaar weinig vooruitgang te zijn geboekt in de vaardigheden van de leerlingen om met informatie om te gaan. Dat geldt met name voor de controlegroep. Met behulp van een covariantie-analyse is nagegaan in hoeverre sprake is van significante verschillen. Daarbij fungeert de nametingsscore als de afhankelijke variabele en de voormetingsscore als covariaat. Onafhankelijke variabelen zijn de groep (experimentele of controlegroep), de schoolsoort (mavo-2 of brugklas-2) en het geslacht.

Tabel 5.22 - Resultaten van de covariantie-analyse op de nameting van de toets informatievaardigheden (versie A); tweede klas, schooljaar 1989/90 (N=136)

	Sum of Squares	DF	F	p	E ²
voormeting (covariaat)	173.51	1	59.83	.000	.28
groep	10.85	1	3.74	.055	.02
schoolsoort	43.84	1	15.12	.000	.07
geslacht	8.56	1	2.95	.088	.01
groep*schoolsoort	.10	1	.03	.856	.00
groep*geslacht	.75	1	.26	.613	.00
schoolsoort*geslacht	2.71	1	.93	.336	.00
verklaard	243.93	7	12.02	.000	.40
residueel	371.18	131			
totaal	615.11	135			

Zoals uit tabel 5.22 blijkt, is het verschil tussen mavo en brugklas havo/vwo significant. Laatstgenoemde groep boekt meer vooruitgang dan de mavo-leerlingen. Er is geen significante samenhang tussen de experimentele variabele (groep) en de vooruitgang in de vaardigheid in het omgaan met informatie. Wel kan een trend worden geconstateerd in het voordeel van de leerlingen in de experimentele groep. Bij de achtergrondvariabele 'geslacht' is eveneens sprake van een trend, hier in het voordeel van de meisjes. Zij hebben gemiddeld meer vooruitgang geboekt dan de jongens, al is het gevonden verschil niet significant.

De informatievaardighedentoets in de tweede klas in het schooljaar 1990/91

De resultaten van de afname van de herziene versie van de toets informatievaardigheden, in het schooljaar 1990/91, in de tweede klassen, zijn te vinden in tabel 5.23. Daaruit kan worden opgemaakt dat deze toetsversie, versie B, moeilijker is dan versie A, die in het schooljaar 1989/90 is afgenomen. Ook hier kan geen grote vooruitgang op de nameting worden geconstateerd ten opzichte van de voormeting.

Tabel 5.23 - Resultaten van de toets informatievaardigheden (versie B); tweede klas, schooljaar 1990/91 (N=141)

schoolsoort groep	--- mavo-2 ---		- brugklas-2 -		---- totaal ----	
	exper.	contr.	exper.	contr.	exper.	contr.
<i>voormeting</i>						
gemiddelde score	4.6	4.6	5.7	6.3	5.2	5.7
standaarddeviatie	1.8	1.6	1.3	1.7	1.6	1.8
<i>nameting</i>						
gemiddelde score	5.2	5.4	6.8	7.0	6.1	6.4
standaarddeviatie	1.6	1.6	1.3	1.6	1.6	1.8
aantal leerlingen	42	15	57	27	99	42

De covariantie-analyse, waarvan tabel 5.24 een overzicht biedt, laat ten aanzien van de achtergrondvariabele 'schoolsoort' vergelijkbare effecten zien als de toetsversie die één schooljaar eerder is afgenomen. Leerlingen van de havo/vwo-brugklas gaan qua vaardigheden in het omgaan met informatie significant meer vooruit dan mavo-leerlingen. De verschillen in vorderingen tussen de experimentele en controlegroep zijn bij toetsversie B daarentegen te verwaarlozen. Evenals bij de vorige toetsversie is er ten aanzien van de achtergrondvariabele 'geslacht' geen sprake van een significant resultaat, maar wel van een trend. Bij deze versie blijken de jongens echter meer vorderingen te laten zien.

Tabel 5.24 - Resultaten van de covariantie-analyse op de nameting van de toets informatievaardigheden (versie B); tweede klas, schooljaar 1990/91 (N=141)

	Sum of Squares	DF	F	p	E ²
voormeting (covariaat)	130.65	1	77.37	.000	.33
groep	.06	1	.04	.848	.00
schoolsoort	35.20	1	20.84	.000	.09
geslacht	5.08	1	3.01	.085	.01
groep*schoolsoort	.74	1	.44	.508	.00
groep*geslacht	.33	1	.20	.657	.00
schoolsoort*geslacht	3.62	1	2.14	.146	.01
verklaard	171.66	7	14.52	.000	.43
residueel	224.58	133			
totaal	396.23	140			

De informatievaardigheidentoets in de derde klas in het schooljaar 1990/91

Tot slot resten de resultaten van de derde versie van de toets met betrekking tot informatievaardigheden, versie C. Deze versie is in het schooljaar 1990/91 voorgelegd aan leerlingen van de derde klas mavo, havo en atheneum in de experimentele en controlegroep.

Tabel 5.25 geeft een overzicht van de gemiddelde scores die werden behaald bij de voor- en de nameting. Daarbij valt op dat de leerlingen van mavo-3 bij beide metingen een gemiddelde score lager dan 5 halen. Aan het einde van het schooljaar worden nauwelijks betere resultaten gehaald dan bij het begin van het schooljaar. De leerlingen van havo-3 laten bij de nameting een redelijke mate van vooruitgang ten opzichte van de voormeting zien. De atheneumklassen behaalden op de voormeting reeds een redelijk goed resultaat. Daar staat tegenover dat de resultaten van de nameting weinig hoger zijn. De vergelijking tussen de experimentele en de controlegroep laat zien dat beide groepen in de loop van het schooljaar even veel - of even weinig - zijn vooruitgegaan op het punt van vaardigheid in het omgaan met informatie zoals die door deze toets wordt gemeten.

Tabel 5.25 - Resultaten van de toets informatievaardigheden (versie C); derde klas, schooljaar 1990/91 (N=135)

schoolsoort groep	--- mavo-3 ---		--- havo-3 ---		atheneum-3		---- totaal ----	
	exper	contr.	exper	contr	exper.	contr	exper	contr
<i>voormeting</i>								
gemiddelde score	4 4	4 2	5 6	5 2	6 8	7 0	5 4	5 6
standaarddeviatie	1 6	1 1	1 7	1 7	0 9	1 2	1 7	1 8
<i>nameting</i>								
gemiddelde score	4 7	4 9	6 7	6 1	7 4	7 4	6 0	6 2
standaarddeviatie	1 6	1 5	1 6	1 8	1 5	1 3	2 0	1 8
aantal leerlingen	34	19	18	21	20	23	72	63

Uit de covariantie-analyse (zie tabel 5.26) komt wederom de schoolsoort naar voren als belangrijke achtergrondvariabele. Ook hier is er geen significante samenhang tussen de vorderingen in 'informatievaardigheden' en de variabele 'groep' (het al dan niet werken met multimedia). Het geslacht hangt wel significant samen met die vorderingen. Jongens hebben zich in de loop van het jaar meer bekwaamd in het omgaan met informatie dan meisjes.

Tabel 5.26 - Resultaten van de covariantie-analyse op de nameting van de toets informatievaardigheden (versie C); derde klas, schooljaar 1990/91 (N=135)

	Sum of Squares	DF	F	p	E ²
voormeting (covariaat)	253 32	1	155 94	000	52
groep	12	1	07	788	00
schoolsoort	22 66	2	6 97	001	05
geslacht	8 36	1	5 15	025	02
groep*schoolsoort	1 56	2	48	620	00
groep*geslacht	04	1	02	876	00
schoolsoort*geslacht	26	2	08	924	00
verklaard	286 03	10	17 61	000	59
residueel	201 44	124			
totaal	487 47	134			

Overigens worden de gemiddelde resultaten over alle schoolsoorten samen voor de experimentele groep enigszins negatief beïnvloed doordat daarin twee mavoklassen zijn vertegenwoordigd, terwijl de controlegroep slechts één mavoklas omvat.

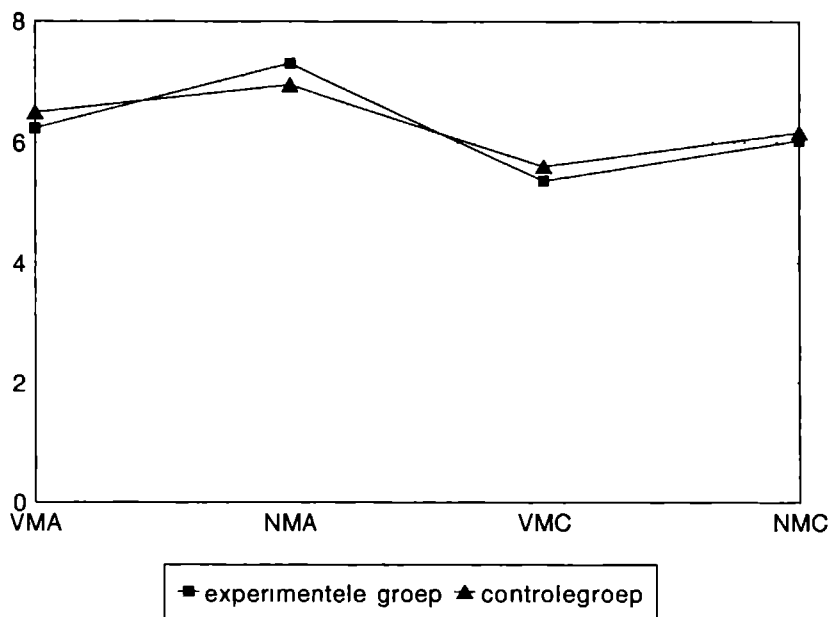
De toetsing van informatievaardigheden over twee schooljaren

Zoals in paragraaf 4.3.2 is aangegeven, heeft een groep van 111 leerlingen de voor- en nameting van zowel versie A als versie C van de informatievaardigheidentoets gemaakt. Deze leerlingen zaten in het schooljaar 1989/90 in de tweede klas en in het schooljaar 1990/91 in de derde klas. Voor de analyses zijn slechts de resultaten bruikbaar van 88 leerlingen die in het schooljaar 1990/91 in dezelfde experimentele conditie waren ingedeeld als in het daaraan voorafgaande schooljaar. Van deze groep behoren 54 leerlingen tot de experimentele groep en 34 tot de controlegroep. Tabel 5.27 geeft een overzicht van de gemiddelde scores in de experimentele en controlegroep en de resultaten van de T-toetsen. Figuur 5.3 geeft een indruk van de ontwikkeling in de gemiddelde scores van de onderzochte groep van 88 leerlingen. Overigens is in verband met het relatief geringe aantal leerlingen geen splitsing naar schoolsoort gemaakt bij de weergave van de resultaten.

Tabel 5.27 - Gemiddelde scores bij de toets informatievaardigheden en resultaten van T-toetsen; leerlingen die zowel in de tweede als in de derde klas aan de voor- en nameting hebben deelgenomen (N=88)

schooljaar groep	---- 1989/1990 ----		---- 1990/1991 ----	
	exper.	contr.	exper.	contr.
<i>voormeting</i>				
gemiddelde score	6.2	6.5	5.4	5.6
standaarddeviatie	2.1	2.1	1.7	1.8
<i>nameting</i>				
gemiddelde score	7.3	7.0	6.0	6.2
standaarddeviatie	2.0	2.1	2.0	1.9
T-waarde	4.18	1.20	3.38	2.59
p	.000	.239	.001	.014

Figuur 5.3 - Resultaten van de toets informatievaardigheden; leerlingen die zowel in de tweede als in de derde klas aan de voor- en nameting hebben deelgenomen (N=88)



Toelichting: VMA is de gemiddelde score die is behaald bij de voormeting in de tweede klas, in het schooljaar 1989/90 NMA is het resultaat van de nameting in hetzelfde schooljaar VMC is de score bij de voormeting in de derde klas, in het schooljaar 1990/91 NMC is de gemiddelde score die in dat schooljaar bij de nameting werd behaald.

In de grafiek is duidelijk te zien dat de resultaten van de experimentele en controlegroep elkaar nauwelijks ontlopen en dat de in het schooljaar 1990/91 afgenomen toets moeilijker is dan de versie die in het schooljaar 1989/90 aan de leerlingen is voorgelegd.

Een multivariate variantie-analyse die is uitgevoerd op de data die de vier metingen hebben opgeleverd, bevestigt dat er geen sprake is van een significant verschil in prestaties tussen de experimentele en controlegroep. T-toetsen voor afhankelijke steekproeven laten zien dat er in beide schooljaren significante vooruitgang is bij de nameting ten opzichte van de voormeting. Daarbij is sprake van één uitzondering: de leerlingen die in het schooljaar 1989/90 deel uitmaakten van de controlegroep behaalden bij de nameting geen significant hogere score dan bij de voormeting. Boven-

dien blijkt uit T-toetsen dat de gemiddelde score bij de voormeting in het schooljaar 1990/91 significant lager is dan het gemiddelde resultaat van de nameting in het daaraan voorafgaande schooljaar ($T=-7.19$ in de experimentele en $T=-3.87$ in de controlegroep; $p<.001$ in beide gevallen). Dit onderstreept de constatering dat de toetsversie die in de derde klassen is afgenomen, moeilijker is dan de versie die aan de leerlingen van de tweede klassen is voorgelegd.

Conclusie

Tabel 5.28 geeft een overzicht van significante resultaten die zijn gevonden bij de analyse van de toetsen rond de vaardigheid in het omgaan met informatie.

Tabel 5.28 - Resultaten van de vaardigheidstoetsen met betrekking tot het omgaan met informatie, voor zover significant (p-waarden)

	groep	schoolsoort	geslacht	groep* schoolsr*	groep* geslacht	schoolsr* geslacht
versie A; klas 2	¹	$p<.001^2$	³			
versie B; klas 2		$p<.001^2$	⁴			
versie C; klas 3		$p<.001^2$	$p<.05^5$			

1 Niet significant, maar trend ten gunste van de experimentele groep

2 Ten gunste van hogere schoolsoort(en)

3 Niet significant, maar trend ten gunste van de meisjes

4 Niet significant, maar trend ten gunste van de jongens

5 Ten gunste van de jongens

Mediaspecifieke vragen in de leerlingvragenlijst

Naast de toets informatievaardigheden, die zowel aan de leerlingen van de experimentele groep als aan de leerlingen van de controlegroep is voorgelegd, hebben de leerlingen in de experimentele groep nog drie mediaspecifieke vragen beantwoord. Deze vragen maakten deel uit van de vragenlijst die aan het einde van het PNM-project aan de leerlingen is voorgelegd. Het gaat daarbij om vragen naar het medium waar men bepaalde informatie verwacht aan te treffen. De vragen hebben betrekking op onderwerpen die tijdens de eerste lessenreeks binnen het PNM-project zijn behandeld, vulkanisme en aardbevingen.

De vraag naar het medium dat men zou kiezen om informatie te vinden over aardbevingen die de afgelopen maand zijn voorgekomen, werd door zeven van de tien leerlingen juist beantwoord. Bij het zoeken naar informatie over dit onderwerp, zou Videotex moeten worden gekozen, omdat dat medium de hoogste actualiteitswaarde heeft. Ruim zestig procent van de leerlingen die in het schooljaar 1990/91 in de tweede klas zaten en één jaar ervaring met PNM hadden, koos inderdaad het juiste medium bij deze vraag. Bij de leerlingen in de derde klas, met twee jaar PNM-ervaring, koos rond de tachtig procent het juiste medium. Uit een variantie-analyse op de proporties goede en foute antwoorden, bleek het gevonden verschil tussen de groep met één en de groep met twee jaar PNM-ervaring significant ($F=6.30$; $p<.05$; $E^2=.04$). Verschillen naar schoolsoort of geslacht waren niet significant.

De volgende vraag betrof het medium dat men zou kiezen om te kunnen zien hoe een vulkaanuitbarsting verloopt. De overgrote meerderheid, negentig procent van de leerlingen, kiest het juiste medium, de beeldplaat, om een vulkaanuitbarsting te bekijken. Op dit punt was er geen sprake van significante verschillen naar aantal jaren ervaring met multimedia, naar schoolsoort of naar geslacht.

De laatste vraag betreft het opzoeken van aardbevingen van een bepaalde sterkte, die in een bepaalde periode hebben plaatsgevonden. Binnen het PNM-project is de CD-ROM onder meer gebruikt om een database met gegevens over aardbevingen te herbergen. De gevraagde informatie dient dus op CD-ROM te worden gezocht. Uit de resultaten van deze vraag blijkt dat bijna veertig procent van de groep die één jaar met de in het kader van PNM ontwikkelde applicaties heeft gewerkt, en de helft van de groep die twee jaar met dergelijke multimediatoepassingen heeft gewerkt, inderdaad voor dit medium zou kiezen. Dit verschil is niet significant. Ook hier bleek dat de samenhang met schoolsoort en geslacht te verwaarlozen was.

Tabel 5.29 geeft een indruk van het aantal goede antwoorden dat de leerlingen op deze drie vragen hebben gegeven.

De variantie-analyse over het gemiddelde aantal goede antwoorden, bevestigt het beeld dat bij de afzonderlijke vragen naar voren kwam. De groep die twee jaar PNM-ervaring heeft, weet doorgaans beter het juiste medium te vinden dan de groep die één jaar PNM-ervaring heeft ($F=4.78$; $p<.05$; $E^2=.03$). Schoolsoort en geslacht zijn op dit punt geen achtergrondvariabelen van betekenis.

Tabel 5.29 - Aantal goed beantwoorde vragen met betrekking tot de keuze van media bij het opzoeken van informatie (N=148)

	1 jaar PNM	2 jaar PNM	totaal
0 goed	4 %	2 %	3 %
1 goed	34 %	21 %	29 %
2 goed	31 %	30 %	30 %
3 goed	32 %	47 %	37 %
gemiddeld aantal goed	1.9	2.2	2.0
standaardafwijking	0.9	0.9	0.9
aantal	95	53	148

Dat men minder problemen heeft bij de keuze van het juiste medium naarmate men meer met multimedia werkt, lijkt voor de hand te liggen. Hierbij moet echter wel worden opgemerkt dat de in de vragen genoemde voorbeelden betrekking hebben op de eerste lessenreeks. Voor de leerlingen in de tweede klas liggen deze onderwerpen dus verser in het geheugen. Dat de leerlingen uit de derde klas hier beter scoren, zou dus als een aanwijzing kunnen worden opgevat dat er in de derde klas sprake is van een grotere vaardigheid in het opzoeken van informatie, voor zover de keuze van het juiste medium in het geding is.

Videoregistraties

De analyse van de videobeelden die zijn opgenomen tijdens de lessencycli in het kader van respectievelijk het instructieve en het onderzoekende paradigma, biedt de mogelijkheid dieper in te gaan op de manier waarop leerlingen omgaan met de media, informatie opzoeken en verwerken. Bij de beschrijving van de onderzoeksopzet is er al op gewezen dat de resultaten vanwege het beperkte aantal geregistreerde lessen geen representatief beeld kunnen verschaffen van de gehele groep leerlingen. Wel kunnen zij een indicatie geven van relevante aspecten.

Bij het analyseren van de registraties bleken, wat het omgaan met de media en het omgaan met informatie betreft, vier factoren van belang:

- de technische vaardigheden
- de aanwezige voorkennis

- de instructies en het lezen daarvan
- het omgaan met informatie

Vaardigheden in het omgaan met de toegepaste media en de bijbehorende applicatie, worden hier beschouwd als technische vaardigheden. In het algemeen kan worden gesteld dat deze vaardigheden bij de geobserveerde leerlingen weinig te wensen overlaten. Leerlingen maken opvallend gemakkelijk gebruik van de apparatuur en leerlingen uit zowel tweede als derde klassen lijken heel vertrouwd te zijn met de werking van de applicaties. Dit is vooral opvallend bij de leerlingen in de tweede klas, die pas sinds kort gebruik maken van multimedia. De vereiste handelingen worden in een zeer hoog tempo uitgevoerd. Stagnatie in de voortgang van de bezigheden wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door enkele technische mankementen, zoals het loszitten van de kabel van de beeldplaatspeler. Daarnaast verliest een van de groepen veel tijd doordat er een verkeerde beeldplaat in de beeldplaatspeler zit. Slechts zelden en waar dat gebeurt, kort, wordt de stagnatie veroorzaakt door gebrek aan kennis met betrekking tot de bediening van het werkstation. Met name door de leerlingen uit de derde klassen wordt veel gebruik gemaakt van de faciliteiten die de media bieden. Leerlingen maken bij voorbeeld zonder uitdrukkelijke instructie van de docent gebruik van de mogelijkheid fragmenten geheel of gedeeltelijk te herhalen om eerder gemiste informatie alsnog op te zoeken. Daarnaast komt het voor dat leerlingen in verband met de tijd een fragment halverwege stopzetten om daarna snel naar een ander fragment over te gaan.

Een aspect dat sterker van invloed lijkt op de vaardigheid waarmee leerlingen de opdrachten uitvoeren, is de aanwezige voorkennis. Sommige leerlingen verliezen veel tijd door een gebrekkige voorkennis. Zo zijn twee leerlingen uit de brugklas havo/vwo minuten lang op zoek naar Japan. Verschillende geobserveerde groepen uit het derde leerjaar weten niet precies wat vestigingsplaatsen zijn. Een van deze groepen komt ondanks veel onderling overleg niet verder. Als na vijf minuten de docent toevallig voorbij komt en hen dit uitlegt en met gerichte vragen op het goede spoor zet, zijn ze pas in staat de opdracht naar behoren uit te voeren.

Het is noodzakelijk dat de leerlingen de tijd nemen om de opdrachten en instructies in het leerlingmateriaal zorgvuldig te lezen. Door gehaast en onzorgvuldig lezen worden nogal eens fouten gemaakt, waardoor uiteindelijk verkeerde antwoorden worden opgeschreven of het werk nog een keer overgedaan moet worden. Leerlingen proberen zo efficiënt mogelijk om te gaan met het schriftelijke materiaal. Informatieve tussenteksten zonder gerichte instructies over de uit te voeren werkzaamheden, worden vaak overgeslagen. Leerlingen richten zich sterk op de onderdelen van het materiaal waar instructies staan en op de lege plekken waar zij antwoorden op vra-

gen moeten noteren. Daardoor ontgaat hen nogal eens het inhoudelijke kader waarin de opdrachten zijn geplaatst. Dit heeft tot gevolg dat ze vaak allerlei informatie bekijken zonder dat ze precies weten wat met die informatie gedaan moet worden. Een ander probleem is, dat de opbouw van het leerlingmateriaal niet altijd even logisch is. Daarnaast is het voor leerlingen niet altijd duidelijk wat ze precies moeten doen.

De applicatie in het kader van het instructieve paradigma, 'Actieve aarde', die in de tweede klas is toegepast, doet slechts in beperkte mate een beroep op vaardigheden in het omgaan met informatie. De opdrachten in deze applicatie leiden de leerlingen in kleine stappen door de leerstof en vragen weinig specifieke vaardigheden in het omgaan met informatie. De leerlingen lijken uit zichzelf ook weinig met de informatie te doen. Zoals reeds ten aanzien van de interactie is opgemerkt (zie paragraaf 5.1.2) is er in het algemeen weinig sprake van een inhoudelijke reactie op de informatie die leerlingen aan zich voorbij zien trekken. Zij zijn sterk gericht op het bereiken van het einddoel, het antwoord dat zij in hun werkschrift moeten overnemen.

Bij de applicatie die is gebouwd rond het thema onderzoekend leren, 'Werk aan Europa', worden wel hoge eisen gesteld aan de vaardigheden in het omgaan met informatie. Leerlingen lijken hier eerder overvraagd als het gaat om dergelijke vaardigheden. Zij hebben de neiging eerst de beschikbare beelden te bekijken en zich daarna pas af te vragen wat er van hen verwacht wordt. De werkbladen uit het leerlingmateriaal bieden onvoldoende steun. Leerlingen hebben duidelijk moeite met de open structuur waarin ze moeten werken in het kader van het onderzoekend leren. Het blijkt moeilijk om de benodigde informatie te selecteren. Zij hebben vaak de neiging te veel op te schrijven.

5.1.5 Leerlingen over leren met multimedia

Door middel van vragenlijsten die aan de leerlingen van de bij het experiment betrokken klassen zijn voorgelegd, is getracht zicht te krijgen op de manier waarop de leerlingen het werken met multimedia in de les ondergaan. Zoals in paragraaf 4.3.2 is aangegeven, gaat het om twee korte vragenlijsten. De eerste vragenlijst heeft betrekking op de verwachtingen van de leerlingen bij de start van het project. De tweede vragenlijst is aan het einde van de projectperiode aan de leerlingen voorgelegd. Eén jaar na afloop van het project is een aantal vragen uit de tweede vragenlijst nogmaals voorgelegd aan leerlingen die 'multimediaal' les kregen.

Verwachtingen van de leerlingen vóór de start van 'Proefschool Nieuwe Media'

In de vragenlijst die de leerlingen werd voorgelegd vóór de start van het experiment, werd gevraagd of zij het leuk vonden dat ze met multimedia gingen werken, of zij dachten door het gebruik van deze media beter aardrijkskunde te kunnen leren en of zij liever alleen of liever samen met iemand anders aan de computer wilden werken. De volgende drie tabellen geven een overzicht van hun verwachtingen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de verwachtingen van jongens en meisjes, aangezien op dat punt significante verschillen bleken op te treden.

Tabel 5.30 - Opvattingen van de leerlingen, voorafgaand aan het experiment, over het leren met multimedia

	jongens	meisjes	totaal
dat hoeft voor mij niet	2 %	7 %	5 %
dat weet ik nog niet	25 %	57 %	41 %
dat vind ik leuk	72 %	36 %	54 %
aantal	84	86	170

Ruim de helft van de geënquêteerde leerlingen vond het leuk dat ze met multimedia mochten gaan werken. Slechts vijf procent liet zich vooraf negatief uit over het werken met deze media, terwijl de rest nog geen oordeel had. Opvallend is het verschil in opvatting tussen jongens en meisjes ($\chi^2=22.96$; Cramers $V=.37$; $p<.001$). Bijna drie kwart van de jongens was bij het begin van het project enthousiast over multimedia, tegen ruim een derde van de meisjes. Vooraf vond twee procent van de geënquêteerde jongens het niet leuk om in de les met multimedia te worden geconfronteerd. Bij de meisjes gold dat voor zeven procent.

De vraag of leerlingen door het werken met multimedia beter aardrijkskunde verwachten te leren, laat geen significante verschillen naar sekse zien. Vier van de tien jongens en drie van de tien meisjes waren vóór de start van het experiment deze mening toegedaan, zoals uit tabel 5.31 blijkt.

Tabel 5.31 - Opvattingen van de leerlingen, voorafgaand aan het experiment, over het effect van multimedia op het leren van aardrijkskunde

	jongens	meisjes	totaal
minder goed leren door multimedia	4 %	5 %	4 %
verwacht geen verschil	15 %	19 %	17 %
beter leren door multimedia	42 %	29 %	35 %
weet het niet	40 %	48 %	44 %
aantal	84	86	170

De laatste vraag die voorafgaand aan het project aan de leerlingen is gesteld, is de vraag of de leerlingen achter de computer liever alleen werken of liever met iemand anders samen.

Tabel 5.32 - Voorkeur van de leerlingen, voorafgaand aan het experiment, voor het alleen of samen met iemand anders werken aan de computer

	jongens	meisjes	totaal
werkt liever alleen	40 %	21 %	31 %
werkt liever met iemand samen	28 %	64 %	46 %
dat maakt geen verschil	30 %	13 %	22 %
weet het niet	2 %	1 %	2 %
aantal	84	86	170

Ook bij deze vraag is sprake van aanzienlijke verschillen tussen de mening van de jongens en de meisjes ($\chi^2=21.95$; Cramers $V=.36$; $p<.001$). De meerderheid van de meisjes, ruim zestig procent, geeft aan het liefst samen met iemand anders achter de computer te werken. Bij de jongens is de groep die expliciet aangeeft samen te willen werken, aanzienlijk kleiner. Het gaat hier om ruim een kwart van de geënquêteerden, terwijl veertig procent liever alleen zou werken.

Samenvattend kan worden gesteld dat de jongens zich vóór zij aan de slag gingen met multimedia in de aardrijkskundeles, in het algemeen enthousiaster opstelden ten opzichte van die media dan de meisjes. Bij de jongens is de groep die verwacht dat werken met multimedia leuk is, twee keer zo groot als bij de meisjes. Ook is de groep die graag alleen aan de computer zou werken, bij de jongens groter dan bij de meisjes. Laatstgenoemden geven in meerderheid de voorkeur aan samenwerken met andere leerlingen. Verschillen naar schoolsoort bleken bij de gestelde vragen niet significant.

Opvattingen van de leerlingen bij het einde van 'Proefschool Nieuwe Media'

De volgende tabellen geven een beeld van de resultaten van de vragenlijst die de leerlingen aan het einde van het project *Proefschool Nieuwe Media* hebben ingevuld. Het gaat daarbij om de mate waarin men het leren met multimedia waardeert, om de opvattingen over de invloed van multimedia op de leerresultaten en om het oordeel over de duidelijkheid van de gebruikte programma's. Daarnaast zijn vragen gesteld over de voorkeur voor het alleen of samen met iemand anders werken en over het verloop van de samenwerking met andere leerlingen.

In de tabellen wordt onderscheid gemaakt tussen de groep uit de tweede klas met één jaar PNM-ervaring en de groep uit de derde klas die twee jaar PNM-ervaring heeft en dus alle vier lessenreeksen heeft gevolgd. Doubleurs en leerlingen die bij de overgang van de tweede naar de derde klas van groep zijn veranderd, zijn buiten beschouwing gelaten. Gezien de vraagstelling worden de resultaten in de tabellen naar geslacht gesplitst. De vraagstelling ligt eveneens ten grondslag aan het besluit om de resultaten van de leerlingen van de tweede en derde klassen afzonderlijk te presenteren.

Tabel 5.33 - Opvattingen van de leerlingen, bij het einde van het project, over het leren met multimedia

	Tweede klas: één jaar PNM			Derde klas: twee jaar PNM		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
vervelend	6 %	6 %	6 %	3 %	17 %	10 %
niet vervelend en niet leuk	32 %	47 %	39 %	30 %	66 %	48 %
leuk	62 %	47 %	55 %	67 %	17 %	42 %
aantal	50	47	97	30	29	59

Het verschil tussen jongens en meisjes in waardering van het leren met multimedia is aanzienlijk. Slechts één op de zes meisjes zegt na twee jaar PNM het leren met multimedia leuk te hebben gevonden, terwijl twee derde het leren met multimedia noch vervelend noch leuk noemt. Bij de jongens geeft twee derde aan het leren met multimedia leuk te vinden. Het verschil in opvatting tussen jongens en meisjes in de tweede klas is niet significant. In de derde klas, na twee jaar en vier lessenreeksen met gebruik van multimedia, zijn de gevonden verschillen wel significant ($\chi^2 = 15.23$; Cramers $V = .51$; $p < .001$). De toetsing van het verschil in opvatting van leerlingen die één jaar aan het experiment hebben deelgenomen en leerlingen die twee jaar PNM achter de rug hebben, laat over het geheel genomen geen significant resultaat zien. Wel blijken de meisjes die twee jaar aan *Proefschoon Nieuwe Media* hebben deelgenomen, significant negatiever te oordelen dan de meisjes die één jaar bij PNM betrokken zijn geweest ($\chi^2 = 7.59$; Cramers $V = .32$; $p < .05$).

Tabel 5.34 - Opvattingen van de leerlingen, bij het einde van het project, over de invloed van multimedia op de leerresultaten

	Tweede klas: één jaar PNM			Derde klas: twee jaar PNM		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
minder goed aardrijksk. geleerd	12 %	6 %	9 %	14 %	35 %	24 %
geen verschil	42 %	55 %	49 %	45 %	55 %	50 %
beter aardrijkskunde geleerd	46 %	38 %	42 %	41 %	10 %	26 %
aantal	50	47	97	29	29	58

Ook de antwoorden op de vraag naar de invloed van het gebruik van multimedia op de leerresultaten laten na twee jaar PNM duidelijke verschillen zien tussen jongens en meisjes, zoals uit tabel 5.34 blijkt. Terwijl veertig procent van de jongens die twee jaar aan PNM hebben deelgenomen, zegt baat te hebben bij het gebruik van multimedia, geldt dat bij de meisjes voor slechts tien procent. Een derde van de meisjes denkt juist minder goed aardrijkskunde te hebben geleerd dan tijdens de reguliere les. Bij de jongens is slechts één op de zeven die opvatting toegedaan. Bij de groep die één jaar met multimedia heeft gewerkt is er geen significant verschil in opvatting tussen jongens en meisjes. De meisjes die op het moment van enquêteren twee jaar aan het experiment hebben deelgenomen, zijn echter aanzienlijk pessimistischer over het leerrendement dan de jongens ($\chi^2 = 8.28$; Cramers $V = .38$; $p < .05$). Het oordeel van de jongens in de derde klas is nagenoeg gelijk aan het oordeel van

de jongens in de tweede klas. Bij de meisjes in de derde klas is daarentegen op dit punt sprake van een significant negatievere opvatting dan bij hun seksegenoten in de tweede klas ($\chi^2=13.35$; Cramers $V=.42$; $p<.005$). Ook het verschil in oordeel tussen klas 2 en klas 3 als geheel is significant ($\chi^2=8.12$; Cramers $V=.23$; $p<.05$).

Er bestaat een significante samenhang tussen de mate waarin leerlingen het gebruik van multimedia in de les waarderen en hun opvattingen over de invloed van deze media op de leerresultaten (Pearsons $r=.41$; $p<.001$). Leerlingen die meer plezier hebben in het werken met multimedia, verwachten ook eerder dat ze er beter aardrijkskunde door leren. Tevens vertoont de waardering van het leren met multimedia een significante samenhang met de antwoorden op de vraag of men de gebruikte programma's meestal duidelijk vond (Pearsons $r=.35$; $p<.001$). Naarmate men gunstiger oordeelt over de duidelijkheid van de programma's, schat men het effect op het leren ook positiever in (Pearsons $r=.21$; $p<.005$).

Tabel 5.35 geeft een overzicht van de mate waarin men de programma's duidelijk vindt.

Tabel 5.35 - Oordeel van de leerlingen, bij het einde van het project, over de duidelijkheid van de programma's waarmee zij werkten

	Tweede klas. één jaar PNM			Derde klas: twee jaar PNM		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
programma was vaak onduidelijk	8 %	11 %	9 %	10 %	35 %	22 %
soms duidelijk, soms onduidelijk	30 %	40 %	35 %	23 %	45 %	34 %
programma was meestal duidelijk	62 %	49 %	56 %	67 %	21 %	44 %
aantal	50	47	97	30	29	59

De groep die één jaar PNM-ervaring heeft oordeelt in het algemeen vrij gunstig over de duidelijkheid van de programma's. Ruim de helft van de leerlingen zegt deze meestal duidelijk te hebben gevonden. Negen procent vond de programma's vaak onduidelijk. Toetsing van de verschillen in oordeel tussen jongens en meisjes laat geen significant verschil zien. Bij de leerlingen in de derde klas is daarentegen wel sprake van een significant negatiever oordeel van de meisjes ($\chi^2=13.09$; Cramers $V=.47$; $p<.005$). Terwijl twee derde van de jongens aangeeft dat de toegepaste programma's meestal duidelijk waren, is dat bij slechts een vijfde van de meisjes het

geval. Eén op de drie meisjes in de derde klas meldt vaak op onduidelijkheden te zijn gestuit tijdens het werken met multimedia. De meisjes die twee jaar tot de experimentele groep hebben behoord, oordelen op dit punt aanzienlijk negatiever dan de meisjes die op het moment van enquêteren één jaar les hadden gekregen met multimedia ($\chi^2=9.00$; Cramers $V=.34$; $p<.05$). Over het geheel genomen is het verschil in mening tussen de leerlingen van de tweede en derde klas niet significant.

Na twee jaar PNM zegt ruim tachtig procent van de meisjes het liefst samen met iemand anders aan de computer te werken, zoals tabel 5.36 laat zien. Bij de jongens geldt dat voor ruim een derde. Dit verschil is significant ($\chi^2=14.48$; Cramers $V=.50$; $p<.001$). Bij leerlingen die één jaar aan PNM hebben deelgenomen, wijken de meningen minder van elkaar af. Het verschil in voorkeur voor alleen werken of samenwerken wijkt bij de groep die één jaar tot de experimentele groep heeft behoord, niet significant af van de voorkeur bij de groep die twee jaar aan het experiment heeft deelgenomen. Het verschil in opvatting bij de meisjes in de derde klas ten opzichte van de tweede klas bleek bij toetsing niet significant.

Tabel 5.36 - Voorkeur van de leerlingen, bij het einde van het project, voor alleen werken of samen met iemand anders werken aan de computer

	Tweede klas: één jaar PNM			Derde klas: twee jaar PNM		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
werkte liever alleen	38 %	23 %	31 %	37 %	3 %	20 %
dat maakte geen verschil	16 %	13 %	14 %	27 %	14 %	20 %
werkte liever samen	46 %	64 %	55 %	37 %	83 %	59 %
aantal	50	47	97	30	29	59

Tabel 5.37 geeft een overzicht van de antwoorden op de vraag naar de manier waarop de samenwerking met andere leerlingen verliep tijdens de lessen. Het oordeel van de leerlingen over de samenwerking is in het algemeen positief. Drie kwart van de geënquêteerden geeft aan dat die samenwerking meestal goed verliep. Op dit punt blijken noch significante verschillen op te treden tussen de opvattingen van jongens en meisjes noch tussen de opvattingen van de twee verschillende jaargangen die de vragen hebben beantwoord.

Tabel 5.37 - Oordeel van de leerlingen, bij het einde van het project, over de samenwerking met andere leerlingen tijdens het werken met multimedia

	Tweede klas: één jaar PNM			Derde klas: twee jaar PNM		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
dat ging meestal niet goed	15 %	6 %	11 %	----	10 %	5 %
dat ging niet goed en niet slecht	21 %	13 %	17 %	23 %	17 %	20 %
dat ging meestal goed	65 %	81 %	73 %	77 %	72 %	75 %
aantal	48	47	95	30	29	59

De vragenlijst werd besloten door de open vraag wat de leerlingen het leukste vonden aan het werken met multimedia en de, eveneens open, vraag wat ze het vervelendste vonden. Bij de positieve kanten wordt de beeldplaat het meest genoemd. Van de 174 leerlingen (inclusief doubleurs en inclusief degenen die van groep zijn veranderd) die de vragen hebben beantwoord, noemen er vijfenvijftig de beeldplaat als leukste onderdeel. Daarnaast noemen zevenentwintig leerlingen het werken met multimedia meer afwisselend, minder saai of weer eens iets anders dan de 'normale les'. Een groep van tweeëntwintig vindt het gegeven dat ze met de computer mochten werken, door een enkeling 'spelen' genoemd, het leukste van het PNM-project. Tien leerlingen zeggen het onderdeel met de vulkanen en aardbevingen het leukste van het werken met multimedia te hebben gevonden. Daarbij lijkt de beeldplaat, door een van de leerlingen 'de televisie met de uitbarstingen' genoemd, de meeste indruk te hebben gemaakt.

Naast positieve kanten van multimedia, zien veel leerlingen ook schaduwkanten. Het meest genoemde vervelende aspect vormt het feit dat de vragen in het leerlingmateriaal moesten worden ingevuld, wat veel schrijfwerk opleverde. Eenentwintig leerlingen noemen dit als minpunt. Daarnaast wordt erover geklaagd dat het werken met deze media vaak moeilijk was, dat men het soms niet begreep of dat men soms niet wist wat te doen met de informatie. Hierover klagen zestien leerlingen, waarvan twaalf meisjes in de derde klas. Verdere punten van kritiek die elk door meer dan tien leerlingen zijn genoemd, vormen langdradigheid en saaie onderwerpen (veertien maal genoemd) en het lang en veel moeten zoeken naar informatie (elf maal genoemd).

De groep die de vier experimentele lessenreeksen heeft gevolgd en zowel de vragenlijst vóór de start als de vragenlijst bij het einde van het project heeft ingevuld, be-

staat uit 58 leerlingen. Doordat de vragen in de beide vragenlijsten qua formulering van elkaar afwijken, is het niet mogelijk op basis van toetsen uitspraken te doen over veranderingen in de opvattingen van de leerlingen. Onderstaande tabel geeft echter een indicatie van ontwikkelingen in de opvattingen die in een periode van twee jaar hebben plaatsgevonden.

Tabel 5.38 - Opvattingen van leerlingen over leren met multimedia, vooraf en bij het einde van het project; 58 leerlingen die vier experimentele lessenreeksen hebben gevolgd

	---- vóór de start ----		na twee jaar multimedia	
	jongens	meisjes	jongens	meisjes
<i>Waardering</i>				
hoeft niet/vervelend	----	7 %	3 %	17 %
weet nog niet/niet vervelend en niet leuk	24 %	48 %	30 %	66 %
leuk	76 %	45 %	67 %	17 %
<i>Invloed op leren</i>				
minder goed aardrijkskunde leren	3 %	7 %	14 %	35 %
geen verschil	17 %	21 %	45 %	55 %
beter aardrijkskunde leren	45 %	38 %	41 %	10 %
dat weet ik niet	35 %	35 %		
<i>Samenwerken</i>				
liever alleen werken	41 %	10 %	37 %	3 %
geen voorkeur	31 %	14 %	27 %	14 %
liever samenwerken	24 %	76 %	37 %	83 %
dat weet ik niet	3 %	----		

Toelichting. Bij de vragenlijst vooraf omvatten de vraag naar het effect op de leervorderingen en de vraag naar de voorkeur voor samenwerken tevens een antwoordcategorie 'dat weet ik niet'. Bij de vragenlijst die na twee jaar is ingevuld, ontbreken deze categorieën

Uit de cijfers kan worden opgemaakt dat de verschillen in opvatting die al bij de start van het experiment tussen jongens en meisjes bestonden over de vraag of het leren met multimedia leuk is en over de vraag of men daardoor beter aardrijkskunde leert, na twee jaar groter zijn geworden. De verschillen in voorkeur voor alleen werken of samenwerken, die ook al bij de start van het experiment bestonden, zijn na twee jaar nog ongeveer hetzelfde.

Opvattingen van de leerlingen, één jaar na afloop van 'Proefschool Nieuwe Media'

Om na te gaan of de in het voorafgaande beschreven verschillen in opvattingen tussen jongens en meisjes over multimedia een structureel karakter hebben, zijn dezelfde vragen één jaar na afloop van het PNM-project wederom voorgelegd aan de leerlingen van tweede en derde klassen die tijdens aardrijkskundelessen met multimedia hebben gewerkt. Deze aanvullende afname van de vragenlijst was mogelijk doordat het Niels Stensen College ook na afloop van het project is doorgegaan met het gebruik van multimedia en de in het kader van het project ontwikkelde applicaties. Hierbij moet worden opgemerkt dat een deel van de geënquêteerde leerlingen uit de derde klas in het daaraan voorafgaande schooljaar tot de controlegroep behoorde en dus slechts aan twee van de vier multimediale lessenreeksen heeft deelgenomen. Het gaat daarbij om veertig leerlingen. Er traden echter bij vier van de vijf gesloten vragen geen significante verschillen in oordeel op tussen deze groep en de andere leerlingen in de derde klas. Het oordeel over de vraag of de programma's duidelijk waren verschilde wel significant ($\chi^2=6.15$; Cramers $V=.24$; $p<.05$). De leerlingen die vier lessenreeksen achter de rug hadden oordeelden op dit punt negatiever dan de leerlingen die pas in de derde klas met multimediale leeromgevingen werden geconfronteerd. Daarom is laatstgenoemde groep bij de beschrijving van de resultaten van deze vraag buiten beschouwing gelaten. Doordat er op enkele punten wijzigingen zijn aangebracht in de leeromgevingen, zijn de omstandigheden niet volledig vergelijkbaar met de situatie tijdens het PNM-project (zie paragraaf 5.2.1).

Uit tabel 5.39 blijkt dat de verschillen tussen jongens en meisjes in de derde klas op het punt van de waardering van het leren met multimedia, wat minder duidelijk zijn dan bij de eerder beschreven vragenlijst. Ook hier is er echter sprake van significante verschillen ($\chi^2=7.19$; Cramers $V=.26$; $p<.05$), waarbij meisjes gemiddeld minder gunstig oordelen dan jongens.

Tabel 5.39 - Opvattingen van de leerlingen, één jaar na afloop van het PNM-project, over het leren met multimedia

	----- Tweede klas -----			----- Derde klas -----		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
vervelend	3 %	3 %	3 %	12 %	11 %	11 %
niet vervelend en niet leuk	27 %	43 %	35 %	39 %	63 %	51 %
leuk	70 %	54 %	62 %	50 %	26 %	38 %
aantal	74	76	150	52	54	106

Bij deze vragenlijst blijkt de derde klas als geheel negatiever te oordelen over het leren met multimedia dan de tweede klas ($\chi^2=18.10$; Cramers $V=.27$; $p<.001$). Niet alleen de meisjes in de derde klas vellen een negatiever oordeel dan de meisjes in de tweede klas ($\chi^2=11.89$; Cramers $V=.30$; $p<.005$), maar ook de jongens in het hogere leerjaar zijn minder te spreken over multimedia ($\chi^2=7.04$; Cramers $V=.24$; $p<.05$). Van een echt negatief oordeel is echter geen sprake. De helft van de jongens en een kwart van de meisjes in de derde klas vond het leren met multimedia leuk, terwijl rond één op de tien dit vervelend vond.

Bij de vraag waarom zij werken met multimedia leuk vinden, antwoorden veel leerlingen dat les met multimedia iets nieuws is, vergeleken met de les die zij normaal gesproken krijgen. Ook wordt vaak opgemerkt dat men graag met computers werkt, dat deze manier van les krijgen leuk en afwisselend is en dat het materiaal mooie beelden en foto's omvat. De groep die het werken met deze media daarentegen niet leuk vindt, geeft daarvoor met name de saaiheid van het materiaal als argument.

Aan alle geënquêteerde leerlingen is gevraagd wat zij het leukste aspect vonden van het werken met multimedia en wat zij het vervelendste aspect vonden. Van de 240 leerlingen die de eerste vraag beantwoordden, noemden er zesenvijftig de plaatjes en (bewegende) beelden als leukste onderdeel. Een groep van tweeëntwintig leerlingen vond het (gezellige) samenwerken het leukste, terwijl een even grote groep de beeldplaat als leukste aspect naar voren schoof. Twintig leerlingen noemden de applicatie 'Utrecht in zicht', terwijl zeventien geënquêteerden het zelf ontdekken van informatie het leukste vonden. De vraag naar het meest vervelende onderdeel werd door 247 leerlingen beantwoord. Hiervan gaven er echter vierendertig aan dat zij niets vervelend hadden gevonden. De overigen noemden vooral het opzoeken en beantwoorden van vragen (23 maal), de traagheid van het systeem (22 maal), de saaiheid of eentonigheid (22 maal), het wachten om aan de beurt te komen (20 maal) en het (moeten) lezen van lange teksten (17 maal).

Tabel 5.40 heeft betrekking op de opvattingen over de invloed van het werken met multimedia op de leerresultaten. Zoals de tabel laat zien, is een derde van de mannelijke en vrouwelijke leerlingen in de tweede klas van mening beter aardrijkskunde te hebben geleerd dankzij multimedia, terwijl die mening wordt gedeeld door een kwart van de leerlingen in de derde klas. Significante verschillen naar geslacht of naar aantal jaren multimediagebruik kwamen hier niet naar voren. Terwijl de meisjes in de eerder beschreven vragenlijst na twee jaar werken met multimedia aanzienlijk negatiever oordeelden over de invloed van genoemde media op de leerresultaten dan de jongens, blijkt dit verschil een jaar later niet te worden bevestigd.

Leerlingen die vinden dat ze met multimedia beter leren, schrijven dat vooral toe aan de leukere manier van werken dan zij in de reguliere les gewend zijn en aan de beschikbaarheid van meer en/of betere uitleg. Een aantal leerlingen is van mening tijdens het werken met multimedia meer op te nemen dan tijdens de reguliere les. De groep die door multimedia minder goed denkt te hebben geleerd, wijst dit vooral aan de moeilijkheidsgraad van de programma's.

Tabel 5.40 - Opvattingen van de leerlingen, één jaar na afloop van het PNM-project, over de invloed van multimedia op de leerresultaten

	----- Tweede klas -----			----- Derde klas -----		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
minder goed aardrijksk. geleerd	16 %	9 %	13 %	14 %	20 %	17 %
geen verschil	49 %	57 %	53 %	60 %	57 %	59 %
beter aardrijkskunde geleerd	35 %	33 %	34 %	27 %	22 %	25 %
aantal	75	75	150	52	54	106

Evenals bij de eerder afgenomen vragenlijst is er een significante samenhang tussen het oordeel over de vraag of leren met multimedia leuk is enerzijds en het oordeel over de invloed daarvan op het leren en het oordeel over de mate waarin de toegepaste programma's duidelijk waren anderzijds (in beide gevallen geldt: Pearsons $r=.29$; $p<.001$). Ook wordt hier de eerder gevonden samenhang tussen het oordeel over de duidelijkheid en de verwachte invloed op het leren bevestigd (Pearsons $r=.27$; $p<.001$).

Uit de vragenlijst die aan het einde van het project is afgenomen, blijkt dat de duidelijkheid van de programma's vooral volgens de meisjes te wensen overliet. Eén derde van de meisjes die twee jaar aan PNM hadden deelgenomen gaf aan die programma's vaak onduidelijk te hebben gevonden. Daar stond tegenover dat slechts één op de tien jongens in de derde klas vaak op onduidelijkheden was gestuit tijdens het werken met multimedia. De volgende tabel geeft de resultaten die één jaar later met deze vraag werden bereikt. De gegevens voor de derde klas hebben betrekking op de groep die vier multimediale lessenreeksen heeft gevolgd. Zoals de tabel laat zien, is de groep meisjes in de derde klas die de programma's vaak onduidelijk vond, één jaar later kleiner geworden. Bij de jongens is er daarentegen een verschuiving in negatieve zin te zien. De meisjes oordelen nu nauwelijks anders dan de jongens. Wel

is er sprake van een significant verschil van mening tussen leerlingen in de tweede klas en leerlingen in de derde klas ($\chi^2=15.40$; Cramers $V=.27$; $p<.001$). Terwijl in de tweede klas ruim de helft de programma's meestal duidelijk vond, is dat in de derde klas nog maar bij iets minder dan een derde het geval. Zowel bij de jongens ($\chi^2=8.20$; Cramers $V=.28$; $p<.05$) als bij de meisjes ($\chi^2=7.70$; Cramers $V=.27$; $p<.05$) in de derde klas is het oordeel significant minder gunstig dan bij de desbetreffende groep in de tweede klas.

Tabel 5.41 - Oordeel van de leerlingen, één jaar na het PNM-project, over de duidelijkheid van de programma's waarmee zij werkten

	----- Tweede klas -----			----- Derde klas -----		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
programma was vaak onduidelijk	8 %	4 %	6 %	9 %	3 %	6 %
soms duidelijk, soms onduidelijk	27 %	44 %	36 %	55 %	73 %	64 %
programma was meestal duidelijk	65 %	52 %	58 %	36 %	24 %	30 %
aantal	74	75	149	33	33	66

De resultaten van de vraag naar de voorkeur voor alleen dan wel samenwerken aan de computer, zoals opgenomen in tabel 5.42, bevestigen het beeld dat reeds uit tabel 5.36 naar voren is gekomen. Meisjes leggen in het algemeen een duidelijke voorkeur voor samenwerking aan de dag, terwijl jongens niet zo'n duidelijke voorkeur hebben. Ongeveer drie kwart van de meisjes werkt het liefste samen met een of meer andere leerlingen aan de computer. Bij de jongens is de groep die liever alleen werkt bijna even groot als de groep die bij het werken met multimedia de voorkeur geeft aan een partner. Het verschil in opvatting tussen jongens en meisjes is significant, zowel in de tweede klas ($\chi^2= 14.53$; Cramers $V=.31$; $p<.001$) als in de derde klas ($\chi^2=7.49$; Cramers $V=.27$; $p<.05$). De verschillen tussen klas 2 en klas 3 zijn niet significant.

Tabel 5.42 - Voorkeur van de leerlingen, één jaar na afloop van het PNM-project, voor alleen werken of samen met iemand anders werken aan de computer

	----- Tweede klas -----			----- Derde klas -----		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
werkte liever alleen	38 %	12 %	24 %	37 %	15 %	26 %
dat maakte geen verschil	18 %	17 %	18 %	14 %	11 %	12 %
werkte liever samen	44 %	71 %	58 %	50 %	74 %	62 %
aantal	72	76	148	52	54	106

Een ander punt is het oordeel over de samenwerking die er tussen leerlingen is geweest tijdens het werken met multimedia in de les. Tabel 5.37 liet zien dat daarover aan het einde van het project *Proefschoon Nieuwe Media* in het algemeen positief werd geoordeeld door de geënquêteerde leerlingen. Drie kwart van hen meldde dat de samenwerking met andere leerlingen meestal goed verliep. Eén jaar na afloop van het project wordt dat beeld bevestigd, zoals uit tabel 5.43 blijkt. Ruim drie kwart van de ondervraagde leerlingen geeft aan dat de samenwerking met andere leerlingen meestal goed was. Significante verschillen tussen de antwoorden van de leerlingen in de tweede klassen en de antwoorden van de leerlingen in de derde klassen, bleken niet op te treden. Het geslacht bleek evenmin verantwoordelijk voor noemenswaardige verschillen in antwoorden, al laat de onderstaande tabel zien dat de meisjes op dit punt nog iets gunstiger oordelen dan de jongens.

Tabel 5.43 - Oordeel van de leerlingen, één jaar na afloop van het PNM-project, over de samenwerking met andere leerlingen tijdens het werken met multimedia

	----- Tweede klas -----			----- Derde klas -----		
	jongens	meisjes	totaal	jongens	meisjes	totaal
dat ging meestal niet goed	13 %	7 %	10 %	10 %	4 %	7 %
dat ging niet goed en niet slecht	15 %	5 %	10 %	27 %	13 %	20 %
dat ging meestal goed	73 %	88 %	81 %	64 %	83 %	74 %
aantal	69	76	145	52	54	106

Opvattingen van dezelfde leerlingen op twee verschillende momenten

Een nadeel van de vergelijking van opvattingen van leerlingen in de tweede en derde klas, zoals die in het voorafgaande twee maal is gemaakt, is dat het om verschillende leerlingcohorten gaat. Bij een relatief kleine groep, 59 leerlingen, kan een vergelijking worden gemaakt tussen de antwoorden aan het einde van de tweede klas en de antwoorden aan het einde van de derde klas. Deze groep heeft zowel in het schooljaar 1990/91 (in de tweede klas) als in het schooljaar 1991/92 (in de derde klas) een vragenlijst ingevuld. In de volgende twee tabellen zijn de resultaten daarvan naast elkaar gezet.

Tabel 5.44 - Opvattingen van leerlingen over leren met multimedia; 59 leerlingen die vier experimentele lessenreeksen hebben gevolgd en in het schooljaar 1991/92 in de derde klas zaten

	na twee lessenreeksen		na vier lessenreeksen	
	jongens	meisjes	jongens	meisjes
<i>Waardering</i>				
vervelend	7 %	3 %	11 %	13 %
niet vervelend en niet leuk	32 %	48 %	32 %	58 %
leuk	61 %	48 %	57 %	29 %
<i>Invloed op leren</i>				
minder goed aardrijkskunde leren	7 %	10 %	7 %	19 %
geen verschil	46 %	45 %	64 %	61 %
beter aardrijkskunde leren	46 %	45 %	29 %	19 %
<i>Duidelijkheid programma's</i>				
vaak onduidelijk	11 %	7 %	4 %	3 %
soms duidelijk, soms onduidelijk	25 %	36 %	57 %	71 %
meestal duidelijk	64 %	58 %	39 %	26 %

Met behulp van T-toetsen voor afhankelijke steekproeven is nagegaan in hoeverre er na vier lessenreeksen significante verschillen in opvatting zijn ontstaan ten opzichte van de situatie na twee lessenreeksen. In verband met de kleine aantallen zijn bij deze vergelijking geen Chi²-toetsen uitgevoerd. Tabel 5.46 toont de resultaten.

Tabel 5.45 - Opvattingen van leerlingen over samenwerken tijdens leren met multimedia; 59 leerlingen die vier experimentele lessenreeksen hebben gevolgd en in het schooljaar 1991/92 in de derde klas zaten

	na twee lessenreeksen		na vier lessenreeksen	
	jongens	meisjes	jongens	meisjes
<i>Voorkeur</i>				
werkte liever alleen	50 %	16 %	43 %	10 %
geen voorkeur	14 %	19 %	11 %	7 %
werkte liever samen	36 %	65 %	46 %	84 %
<i>Oordeel over samenwerking</i>				
dat ging meestal niet goed	7 %	7 %	14 %	3 %
niet goed en niet slecht	21 %	13 %	18 %	10 %
dat ging meestal goed	71 %	81 %	68 %	87 %

Tabel 5.46 - Veranderingen in opvattingen van leerlingen over leren met multimedia; resultaten van T-toetsen

	--jongens --		-- meisjes --		- - totaal -	
	T	p	T	p	T	p
waardering van multimedia	-0.49	.626	-2.33	.026	-1.96	.055
oordeel over invloed op leren	-1.31	.202	-2.62	.014	-2.82	.007
oordeel over duidelijkheid programma's	-1.22	.232	-2.06	.048	-2.36	.022
voorkeur voor samenwerken	0.80	.433	1.55	.133	1.61	.113
oordeel over samenwerking	-0.62	.541	1.14	.264	0.00	1.000

Uit de tabel blijkt dat de jongens na vier multimediale lessenreeksen niet significant anders oordelen dan na twee lessenreeksen. De geenquêteerde meisjes antwoorden na twee jaar multimedia daarentegen significant minder positief op de vraag of het werken met multimedia leuk is. Ook hebben zij op dat moment significant minder vertrouwen in de gunstige invloed van het gebruik van multimedia op het leren en oordelen zij significant negatiever over de vraag of de programma's duidelijk waren. Ten aanzien van het verloop van en de voorkeur voor samenwerking denken meisjes en jongens na vier lessenreeksen nog ongeveer hetzelfde als na twee lessenreeksen.

Conclusie

Tabel 5.47 geeft een overzicht van significante resultaten die uit Chi²-toetsen naar voren zijn gekomen en die in het bovenstaande zijn beschreven. Het betreft zowel de resultaten van de vragenlijst die in het schooljaar 1990/91 is afgenomen, als van de enquête die in het schooljaar 1991/92 aan de leerlingen is voorgelegd.

De vergelijking van de twee afnames van de vragenlijst laat zien dat bij de hernieuwde afname het significante verschil tussen jongens en meisjes in waardering van het leren met multimedia in de derde klas wordt bevestigd. Hetzelfde geldt voor de voorkeur voor alleen werken of samenwerken, waar de significante verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes nu ook in de tweede klas te vinden zijn.

Tabel 5.47 - Resultaten van Chi²-toetsen op de vragenlijst die aan het einde van het PNM-project is afgenomen en de vragenlijst die één jaar na afloop van het PNM-project is afgenomen, voor zover significant (p-waarden)

	-- jongens / meisjes --		---- klas 2 / klas 3 ----	
	klas 2	klas 3	jongens	meisjes
Vragenlijst 1990/91				
mening over multimedia		p<.001 ¹		p<.05 ³
invloed op leerresultaten		p<.05 ¹		p<.005 ³
duidelijkheid programma's		p<.005 ¹		p<.05 ³
alleen werken of samenwerken		p<.001 ²		
oordeel over samenwerking				
Vragenlijst 1991/92				
mening over multimedia		p<.05 ¹	p<.05 ³	p<.005 ³
invloed op leerresultaten				
duidelijkheid programma's			p<.05 ³	p<.05 ³
alleen werken of samenwerken	p<.001 ²	p<.05 ²		
oordeel over samenwerking				

Toelichting: de eerste kolom geeft de resultaten weer van de toetsing van verschillen in antwoorden tussen jongens en meisjes in klas 2. De tweede kolom vormt het resultaat van dezelfde vergelijking in klas 3. De derde kolom biedt een overzicht van de toetsing van verschillen tussen klas 2 en 3 voor de jongens, terwijl in de vierde kolom hetzelfde wordt gedaan voor de antwoorden van de meisjes.

1 jongens oordelen positiever dan meisjes

2 meisjes werken liever samen

3 oordeel in klas 3 is negatiever dan in klas 2

Bij beide vragenlijsten laten de meisjes in de derde klas zich significant negatiever uit over de vraag of leren met multimedia leuk is en over de vraag of de toegepaste programma's meestal duidelijk waren, dan hun seksegenoten in de tweede klas. Bij de tweede afname oordelen op de laatstgenoemde twee punten ook de jongens in de derde klas negatiever dan de jongens in de tweede klas.

Samenvattend kan worden gesteld dat meisjes zich meer gereserveerd opstellen tegenover het gebruik van multimedia in het onderwijs dan jongens en dat zij na twee jaar leren met multimedia daarover in het algemeen minder positief oordelen dan jongens. Daarnaast leggen zij een aanzienlijk grotere voorkeur voor samenwerking met andere leerlingen tijdens het gebruik van multimedia aan de dag dan jongens. Het feit dat leerlingen in de derde klas vaak minder gunstig oordelen over de duidelijkheid van de programma's, gecombineerd met het feit dat er een samenhang is tussen de ervaren duidelijkheid en het oordeel over werken met multimedia, kan de conclusie rechtvaardigen dat problemen die leerlingen hebben ervaren met meer open leeromgevingen tot een negatiever oordeel hebben geleid. De vergelijking van de resultaten van een en dezelfde groep leerlingen op twee verschillende momenten laat zien dat dit laatste vooral voor meisjes lijkt te gelden.

5.2 De docent en de leeromgeving

In het onderzoek is informatie verzameld over de ervaringen met de leeromgevingen in de les, de wijzigingen die daarin zijn aangebracht en de veranderingen in de taak en taakbeleving van de bij het experiment betrokken leerkrachten. Deze informatie is afkomstig uit vraaggesprekken die met de vier docenten zijn gevoerd, waaronder het vraaggesprek dat drie jaar na de formele afloop van het experiment is gevoerd. Daarnaast levert de kwalitatieve component van de lesobservaties enige aanvullende informatie.

De ruimte die de docenten hadden om de lessenreeksen naar eigen inzicht gestalte te geven, was relatief beperkt. Ondanks hun betrokkenheid - vanaf de tweede lessenreeks - bij de ontwikkeling van de applicaties, was de manier waarop de onderwijsleersituatie tijdens de experimentele lessen vorm werd gegeven, voor een belangrijk deel bepaald door de uitwerking die de ontwikkelaars van de applicaties voor ogen stond. Naast de verschillende onderwijskundige paradigma's die daarbij een rol speelden, zijn ook enkele minder gangbare werkvormen toegepast. Zo is in de tweede lessenreeks een rollenspel opgenomen en staat de derde lessenreeks in het teken van een onderzoek dat de leerlingen zelf moeten uitvoeren. Na afloop van het project hebben de docenten uiteraard meer vrijheid in het vormgeven van de leeromgeving.

In de onderstaande paragrafen wordt achtereenvolgens aandacht besteed aan de leeromgevingen en aan de taak en taakbeleving van de docent.

5.2.1 De leeromgevingen

Bij de beschrijving van de leeromgevingen wordt uitgegaan van het in hoofdstuk 2 gegeven overzicht van componenten van leeromgevingen. Vijf jaar na de start van het project *Proefschoon Nieuwe Media*, dus drie jaar na de afloop van het experiment, blijken de ontwikkelde produkten nog steeds in het aardrijkskunde-onderwijs te worden gebruikt. In deze paragraaf wordt tevens aandacht besteed aan veranderingen die daarbij zijn doorgevoerd.

Doelen

De te bereiken leerdoelen zijn in feite reeds door de ontwikkelaars van de applicaties vastgelegd. Tijdens de vraaggesprekken met de docenten is ingegaan op de invloed daarvan op de leerdoelen die de vaksectie hanteert. Deze, op de methode 'Werk aan de Wereld' gebaseerde, leerdoelen zijn neergelegd in een lijst die aan het begin van het schooljaar aan de leerlingen wordt uitgereikt.

Na twee jaar werken met multimedia brengen de docenten naar voren dat de leerdoelen zouden kunnen worden uitgebreid met doelen die te maken hebben met het omgaan met informatie en doelen die te maken hebben met het omgaan met de apparatuur. Daarnaast zijn enkele docenten van mening dat door het gebruik van multimedia in een aantal gevallen hogere eisen zouden kunnen worden gesteld aan de leerlingen. Zo wordt bij voorbeeld aangegeven dat de toepassing 'Landschap in beweging' bijdraagt aan een beter inzicht in het ontstaansproces van het Nederlandse landschap. Daardoor zouden de eisen kunnen worden verhoogd. Een ander aspect dat door een van de geïnterviewden wordt genoemd, is het feit dat in sommige gevallen alle leerlingen de gestelde doelen moeten bereiken, vóór zij verder kunnen met de leerstof. Dit is bij voorbeeld het geval bij de lessen in het kader van het onderzoekende paradigma. Leerlingen die niet precies begrijpen wat de bedoeling is, lopen in deze lessenreeks vast.

Leerparadigma's

De vrijheid van de leerlingen is tijdens de experimentele lessen groter dan in een reguliere instructiesituatie. Er wordt veel meer aan hun eigen initiatief overgelaten.

Vooraf bij ontdekkend en onderzoekend leren krijgen de leerlingen de gelegenheid om zelf beslissingen te nemen.

Volgens de docenten sluit de tweede lessenreeks, die het ontdekkende paradigma als basis heeft, qua inhoud en didactische structuur het beste aan bij hetgeen de methode 'Werk aan de Wereld' voorstaat. De lessen op basis van het instructieve paradigma zouden de leerlingen onvoldoende mogelijkheden geven om inzicht te krijgen in de mechanismen die aan aardbevingen en vulkanisme ten grondslag liggen (zie ook Goes, 1991). De manier waarop vorm is gegeven aan het onderzoekende paradigma lijkt te ingewikkeld voor de leerlingen. Hier worden (te) hoge eisen gesteld aan hun vaardigheden in het omgaan met informatie. Over de betekenis van het laatste paradigma, dat 'taakverlichtend' wordt genoemd, bestaat binnen de sectie verschil van mening, zoals uit de interviews blijkt. Gelet op de vele onduidelijkheden die er omtrent de aard van dit paradigma zijn geweest, is dat niet verwonderlijk. Een docent ziet de uitwerking meer als taakverlichtend voor de docent, doordat de bijbehorende toepassing mogelijkheden biedt om tijdens de les snel bepaalde beelden te selecteren. Daarmee wordt veel voorbereidingstijd gewonnen ten opzichte van bij voorbeeld het voorbereiden van een dia-serie. Een andere docent ziet de laatste applicatie daarentegen als taakverlichtend voor de leerlingen, omdat zij daarmee snel relevante informatie kunnen opzoeken.

Na afloop van het PNM-project zijn de verschillende leerparadigma's gehandhaafd. Vooral in de lessenreeksen in het kader van het instructieve en het onderzoekende paradigma zijn echter aanpassingen aangebracht (zie 'inhoud/context').

Inhoud/context

Vóór het PNM-project van start ging, was de methode 'Werk aan de Wereld' de centrale bron van herkomst als het gaat om de leerinhouden. Af en toe werd aanvullend lesmateriaal verstrekt, in de vorm van extra aantekeningen of stencils. Ook werd af en toe gebruik gemaakt van video's of dia's.

Tijdens het werken met multimedia worden de leerlingen geconfronteerd met drie verschillende typen leerinhouden, die elkaar op een aantal punten overlappen. In de eerste plaats zijn er de geografische inhouden. In de tweede plaats zijn er leerinhouden met betrekking tot het omgaan met informatie, met als duidelijkste voorbeeld de toepassing van het onderzoekende paradigma. In de derde plaats zijn er de apparatuurgerichte inhouden. Leerlingen moeten leren omgaan met de media.

Na twee lessenreeksen zijn de docenten van mening dat de inhoud van de les bij het gebruik van multimedia meer aansluit bij de beleavingswereld van de leerlingen. Het materiaal is concreter dan de leerlingen gewend zijn. Dit geldt met name voor de tweede lessenreeks. Bij de inhoudelijke samenhang worden daarentegen kanttekeningen geplaatst. De samenhang tussen de lessen is volgens de docenten in de tweede cyclus minder dan in de eerste cyclus. De docenten hadden de indruk dat zij die samenhang aan de leerlingen duidelijk moesten maken. Uit de vraaggesprekken aan het einde van het project wordt duidelijk dat de ervaringen van het eerste jaar tot enkele wijzigingen hebben geleid. Een docent zegt daarover:

"De lessenreeksen 'Actieve Aarde' en 'Alles in orde?' zijn dit schooljaar veel meer ingekaderd in de les dan vorig jaar. (...) Het leerstofvervangende inzetten van de toepassingen is vorig jaar niet altijd even goed bevallen. De applicaties worden nu meer gezien als toegevoegde waarde. Sommige aspecten zijn te moeilijk om via de apparatuur te leren. Daar is uitleg van de docent noodzakelijk."

In de derde lessenreeks is volgens de docenten de mate waarin gewerkt kon worden aan de geografische leerinhouden negatief beïnvloed door de gekozen werkvorm, het uitvoeren van een onderzoek. Deze werkvorm is volgens hen te hoog gegrepen. In de mavo-klassen en in mindere mate in de havo- en vwo-klassen is het 'leren onderzoeken' geworden. Bovendien was de geografische inhoud volgens de docenten niet op alle punten volledig en relevant.

Over de vierde lessenreeks wordt positiever geoordeeld. Uit de interviews komt de opvatting naar voren dat deze applicatie in belangrijke mate heeft bijgedragen aan een beter inzicht in het ingewikkelde proces van het ontstaan van het Nederlandse landschap. Bij de docenten bestaat de indruk dat leerlingen na het werken met deze toepassing meer van het Nederlandse landschap weten dan leerlingen die niet met multimedia hebben gewerkt.

Drie jaar na afloop van het experiment worden de multimediale toepassingen nog steeds gebruikt. Men is hiermee doorgegaan omdat dat zinvol wordt gevonden voor de leerlingen. De gekozen thema's zijn nog steeds actueel. Het voordeel van de opzet van PNM was, dat het schriftelijke materiaal eenvoudig kan worden aangepast. Een nadeel is dat het beeldmateriaal veroudert. De verwachting is dat dit nog drie à vier jaar mee kan. Het materiaal van het Nederlandse landschap blijft wel lang actueel. Dit materiaal wordt tegenwoordig ook gebruikt in de eindexamenklassen. Men maakt nog steeds gebruik van de lesmethode 'Werk aan de wereld'. Deze wordt echter als te abstract ervaren, waardoor de zelfwerkzaamheid van de leerlingen on-

voldoende wordt gestimuleerd. Ook sluit de methode niet aan bij de kerndoelen van de basisvorming. Als op een nieuwe methode wordt overgegaan, dan moet worden gekeken hoe het PNM-materiaal daarbij aansluit.

Het leerlingmateriaal van de eerste lessenreeks, 'Actieve aarde', is na afloop van PNM door de docenten aangepast. In deze lessenreeks werd erg nauwkeurig beschreven welke stappen leerlingen moeten zetten in het programma. In de nieuwe opzet zijn deze opdrachten beknopter gemaakt, waardoor de omvang van het materiaal is teruggebracht van twaalf naar vier pagina's. Bovendien wordt het PNM-materiaal bij deze lessenreeks niet meer leerstofvervangend gebruikt, omdat het onderwerp moeilijk is. Daarom verkiest men het inzetten van de multimediale applicaties aan het einde van de lessenreeks over vulkanisme en aardbevingen. Ook is het schriftelijke materiaal voor 'Werk aan Europa' flink gewijzigd. Oorspronkelijk zat daar volgens de docenten te weinig structuur in en waren de leerlingen niet echt gemotiveerd om daar zelfstandig aan te werken. Ze vroegen steeds aan de docent of ze het goed deden. Er zijn nu meer zoekopdrachten gemaakt en er is meer verschil gemaakt tussen opdrachten voor mavo, havo en vwo.

Werkvormen

Deelname aan *Proefschool Nieuwe Media* betekende voor de docenten een verandering in de gekijkte patronen van de didactische werkvormen. Vóór PNM werd tijdens de les in het algemeen eerst het huiswerk behandeld, gevolgd door het werken aan opdrachten. Dit werd dan afgewisseld met klassikale of individuele instructiemomenten. In het PNM-project komen daar als meest opvallende nieuwe werkvormen het rollenspel en het uitvoeren van een onderzoek bij. Daarnaast wordt de keuze voor didactische werkvormen bepaald door het aantal beschikbare werkstations. Dit zijn er acht, waardoor de docenten worden gedwongen om te werken met groepen. Of men laat groepen van drie of vier leerlingen achter een werkstation plaatsnemen, of de klas wordt verdeeld in twee groepen, waarbij de ene groep in tweetallen - of in enkele gevallen individueel - met multimedia werkt, terwijl de andere groep met schriftelijk materiaal werkt. Halverwege de les, of aan het begin van de volgende les, wisselen deze groepen dan.

Zoals eerder is aangegeven, worden de meeste van de nieuwe didactische werkvormen die de docenten hanteren ontleend aan het didactische model dat de ontwikkelaars van het materiaal voor de desbetreffende lessencycli voor ogen heeft gestaan. Een docent zegt daarover:

"Je wordt door het project gedwongen andere werkvormen toe te passen. Het rollenspel zul je normaal niet snel doen. Het hoort bij het project dus je doet het ondanks het feit dat het een moeilijk te hanteren leervorm is. Je moet de klas toch een zekere discipline bijbrengen anders lukt het niet. Maar het is eigenlijk toch zo leuk dat ik geneigd ben te zeggen: dan toch volgend jaar maar weer."

Een belangrijk verschil met de reguliere lessen is dat er een verschuiving plaatsvindt van klassikaal naar groepsgewijs werken. Daardoor was er minder ruimte voor klassikale instructie. In vergelijking met de controlegroep is door de docenten veel meer individueel of aan kleine groepjes uitgelegd.

Tijdens de tweede lessenreeks, bij de voorbereiding van het rollenspel, en tijdens de derde en vierde lessenreeks zijn de sessies achter de werkstations korter geworden. Hier wordt vooral gewerkt met groepen van drie à vier leerlingen achter de computer, waarbij het werken met de apparatuur meer wordt afgewisseld door klassikale instructie, groepsgewijs overleg tussen leerlingen en klassikale presentaties. Tijdens de vierde lessenreeks beginnen bij de keuze van werkvormen bovendien verschillen tussen docenten naar voren te komen. Terwijl de ene docent kiest voor het groepsgewijs laten verzamelen van informatie door leerlingen, keert een andere docent terug naar frontaal doceren. Ter ondersteuning van zijn betoog worden fragmenten van de beeldplaat gepresenteerd via de centrale monitor. Daarover zegt hij het volgende:

"Bij 'Landschap in beweging' is het heel erg handig om het ingewikkelde proces van de vorming van Nederland te laten zien. Er zitten veel verschillende deelprocessen in. Dat is voor de leerlingen verschrikkelijk moeilijk te volgen. Met de grote monitor kan de docent bepaalde processen laten zien."

Overigens wordt daarbij het probleem gesignaleerd dat leerlingen, aangezien het gaat om korte beeldfragmenten, moeten leren onmiddellijk de aandacht bij het fragment te hebben.

Na afloop van het experiment blijkt dat het rollenspel is komen te vervallen. Dat heeft vooral te maken met tijdgebrek. De sectie streeft er wel naar om daar weer tijd voor in te plannen, omdat men het een goed middel vindt om leerlingen met informatie te leren omgaan.

Media

Vóór de introductie van de multimedia was de methode 'Werk aan de Wereld' het centrale onderwijs- en leermiddel voor de aardrijkskundelessen in de proefschool. Deze methode werd vrij strak gevolgd. Af en toe werd aanvullend lesmateriaal gegeven in de vorm van extra aantekeningen of stencils. Ook werd gebruik gemaakt van video, dia's, atlas en wandkaart. Het gebruik van met name de aanvullende leermiddelen is door het inzetten van multimedia sterk teruggelopen in de experimentele klassen.

De docenten vinden dat het onderwijs voor de leerlingen aantrekkelijker is geworden door de nieuwe leermiddelen. Gevraagd naar een oordeel over de drie media die in het project zijn toegepast, komen vooral de beeldplaat en CD-ROM gunstig naar voren. Zij worden gekwalificeerd als belangrijke aanvullingen voor het onderwijs. Ten aanzien van Videotex wordt benadrukt dat het actualiteitsgehalte een pluspunt is ten opzichte van de andere twee media, maar dit pluspunt moet dan ook echt gebruikt worden. Anders kan beter gebruik gemaakt worden van de voor leerlingen aantrekkelijkere CD-ROM en beeldplaat. Eén van de geïnterviewden formuleert dat als volgt:

"Videotex is niet zo geslaagd. 'Bouwen voor Utrecht' is een leuke toepassing, maar in het algemeen kun je net zo goed een paar stencils uitdelen. De tekst-opmaak is niet mooi. Je merkt ook niet echt dat de informatie actueel is. Bovendien wordt er in de les eigenlijk niets gedaan met de actualiteit."

Een collega is echter van mening dat geen voorkeur kan worden uitgesproken voor een van de drie toegepaste media. Hij is van mening dat men moet kijken naar de informatiewaarde en niet naar de aantrekkelijkheid van de manier waarop de informatie wordt overgedragen. De informatie moet centraal staan.

De beschikbaarheid van een grootbeeldmonitor voor centrale presentaties wordt door de docenten zeer op prijs gesteld. Deze monitor, die pas in het tweede PNM-jaar in gebruik is genomen, kan worden ingezet bij de klassikale presentatie van leerinhouden, het geven van uitleg over de werking van applicaties, het samenvatten van de leerstof en het nakijken van gemaakte opdrachten.

Drie jaar nadat het experiment formeel is beëindigd, wordt de in het kader van het project aangeschafte apparatuur nog steeds gebruikt. Het gebruik van Videotex is echter gestaakt. Doordat het klaslokaal over acht telefoonlijnen beschikte, waren de kosten erg hoog. Bovendien bestaat de databank *GISET* niet meer. Wel is de informa-

tie waarvoor in het project gebruik werd gemaakt van Videotex, op CD-ROM gezet, zodat deze nog steeds kan worden geraadpleegd. De actualiteitswaarde is daardoor uiteraard vervallen. Er wordt nog bij twee lessenreeksen gebruik van gemaakt. Men overweegt om de toepassingen uit te breiden door met Foto-CD te gaan werken.

Differentiatiemogelijkheden

De methode 'Werk aan de wereld' biedt differentiatiemogelijkheden naar niveau en naar tempo. Na twee jaar werken met multimedia zien de docenten wel mogelijkheden voor differentiatie, maar stellen zij tevens vast dat die mogelijkheden in het PNM-materiaal niet in concrete differentiatie modellen zijn uitgewerkt.

Tijdens de uitvoering van de verschillende lessenreeksen blijken grote tempoverschillen tussen leerlingen op te treden. Tijdens de lesobservaties werd geconstateerd dat deze verschillen in één lesuur kunnen oplopen tot een kwartier. In de reguliere aardrijkskundelessen kunnen de docenten deze verschillen opvangen door middel van de zogenaamde steropdrachten uit de methode. Ook kunnen zij leerlingen die achterstand hebben opgelopen, extra huiswerk laten maken. Bij het gebruik van multimedia is het niet mogelijk opdrachten thuis te laten afmaken. Ook ontbreken extra opdrachten voor snellere leerlingen in de applicaties. Weliswaar is er genoeg informatie voorhanden om dergelijke extra opdrachten aan het leerlingmateriaal toe te voegen, maar daarin is door de ontwikkelaars niet voorzien. Indien wordt gewerkt met klassen die in twee groepen zijn verdeeld, proberen docenten de tempoverschillen tussen leerlingen zo veel mogelijk op te vangen door, zodra een groepje met snelle leerlingen klaar is, alvast een langzamer groepje te laten beginnen, zodat deze leerlingen enige voorsprong hebben ten opzichte van andere groepjes. Dit is echter slechts een zeer beperkte oplossing. Ook na afloop van het experiment zijn op dit punt geen duidelijke wijzigingen aangebracht. Heeft iemand erg veel tijd nodig, of moet er iets worden ingehaald, dan gebeurt dat buiten lestijd.

Groeperingsvormen

Door de invoering van multimedia is de variatie in groeperingsvormen sterk vergroot. Zoals bij het onderdeel 'werkvormen' is aangegeven, zijn er verschillende groepsgrootten gehanteerd. Tijdens de eerste twee lessenreeksen is voornamelijk in tweetallen gewerkt. Daarnaast zijn er lessen geweest waar leerlingen in groepen van drie of vier achter het werkstation zaten. Indien leerlingen in tweetallen werkten, hield dat in dat de klas in twee groepen werd verdeeld. De helft van de klas werkte dan aan schriftelijke opdrachten. Uit de lesobservaties blijkt dat in dergelijke gevallen grote verschillen optreden in de activiteiten van die groep. Er zijn lessen geobser-

veerd waar het merendeel van de desbetreffende leerlingen nauwelijks aandacht heeft besteed aan de uit te voeren taak. De leerlingen achter de werkstations lieten zich daar in het algemeen echter nauwelijks door afleiden. In andere lessen werd ook door de groep die niet achter de werkstations plaats had genomen, hard gewerkt.

De docenten laten de leerlingen meestal zelf hun partner kiezen als ze in tweetallen gaan werken. Als er in groepjes van drie of vier wordt gewerkt, stellen zij meestal zelf de groepen samen. Eén van hen merkt daarover op er niet naar te streven om zwakke leerlingen met goede leerlingen samen te laten werken, omdat de zwakke leerling daar weinig van opsteekt. Overigens leidt het werken in groepjes niet altijd tot de gewenste activiteit:

"Bij de beantwoording van vragen moeten de leerlingen individueel de antwoorden zien te vinden of in nauwe interactie met een medeleerling. In groepen van vier kan een dergelijke interactie nauwelijks ontstaan. Daar zijn altijd een aantal leerlingen die niet met dat proces bezig zijn en alleen maar antwoorden noteren".

Ook bij het werken in tweetallen constateert men echter dat niet alle leerlingen even actief zijn. Daarom zou het volgens de docenten wellicht beter zijn als sommige leerlingen individueel aan het werk konden worden gezet:

"Het zou het beste zijn als leerlingen individueel met de apparatuur zouden werken. Nu blijkt er toch vaak een rolverdeling te zijn, waarbij één leerling al het werk doet. Als je leerlingen apart zet, weten sommigen niet goed wat ze moeten doen. Bij een aantal koppels is het werken in tweetallen geen probleem en is de samenwerking ook goed."

Een andere docent brengt naar voren:

"Toch zou het mooier zijn als leerlingen individueel met de nieuwe media zouden kunnen werken. Dan blijkt sneller waar het hapert. Bij leerlingen die zich gemakkelijk terugtrekken is het leereffect minder als ze met iemand samenwerken die steeds de belangrijke beslissingen neemt."

Drie jaar na afloop van het PNM-project blijkt er bij veel toepassingen individueel of in tweetallen te worden gewerkt. Of men individueel kan werken, hangt ook af van de grootte van de klas. Alleen bij 'Werk aan Europa' is nog sprake van grotere groepen.

Advisering en terugkoppeling

Na twee jaar werken met multimedia stellen de docenten dat zij bij alle toepassingen inhoudelijk moeten bijsturen en samenhangen moeten verduidelijken. Volgens hen is het belangrijk dat zij aan leerlingen die met de applicaties werken de structuur aangeven en controleren of de leerlingen relaties tussen bepaalde zaken hebben ontdekt, aangezien de leerlingen anders de grote lijn kwijtraken. Eén van de geïnterviewde docenten gaf aan nog steeds voornamelijk te worden geconfronteerd met procedurele problemen van leerlingen tijdens het werken met multimedia. Als mogelijke oorzaak noemde deze docent het feit dat veel leerlingen niet goed luisteren naar de klassikale instructies. Overigens werd er in dit verband op gewezen dat een klassikale introductie met behulp van de centrale monitor veel onduidelijkheden bij de leerlingen kan wegnemen.

In het eerste jaar van het PNM-project werden de meeste lessen waarbij gebruik is gemaakt van multimedia, ter ondersteuning van de docent, door de systeembeheerder bijgewoond. Tijdens de lessen bood de systeembeheerder zowel hulp van technische aard als hulp van inhoudelijke aard, doordat hij vragen van leerlingen beantwoordde en leerlingen begeleidde tijdens het werken met de apparatuur. In het tweede jaar is dat niet meer het geval, maar is hij - of zijn vervanger - op afroep beschikbaar om eventuele problemen op te lossen.

Als het gaat om de verdeling van de aandacht van de docent over groepen in zijn klas, is tijdens de lesobservaties opgemerkt dat het in een vwo-klas goed mogelijk is dat een docent kiest voor een uitgebreidere begeleiding van een groepje leerlingen, zonder dat daarmee de aandacht bij de andere groepjes voor hun taak verslapt. Bij een mavo-klas ligt dat anders. Daar moet de docent de aandacht continu verdelen over alle leerlingen. Veel leerlingen moeten stap voor stap gerichte instructie krijgen van de docent, terwijl in de vwo-klassen veelal kan worden volstaan met een algemene instructie.

Evaluatie

Na de eerste uitvoering van de lessenreeks 'Actieve aarde' was de voltallige sectie van mening dat de opzet van deze cyclus te weinig mogelijkheden bevatte om zicht te krijgen op de vorderingen van de leerlingen. De normaliter gehanteerde toetsingsinstrumenten, zoals schriftelijke overhoring, het nakijken van gemaakte opdrachten en de diagnostische toets, zijn komen te vervallen. Dit werd door de docenten als een gemis ervaren. Ook tijdens de eerste uitvoering van de tweede lessencyclus kwamen de extra overhoringen en de diagnostische toets in veel klassen te vervallen. In te-

genstelling tot de eerste cyclus hebben de docenten een groot deel van de opdrachten wel met de leerlingen nagekeken. Hiervoor was echter maar weinig tijd beschikbaar.

Uit de vraaggesprekken na twee jaar werken met multimedia blijkt dat de evaluatie van leervorderingen van leerlingen weer in het programma is opgenomen. Doordat de docenten meer vertrouwd zijn geraakt met de apparatuur en de toepassingen, komen ze tijdens de lessen weer meer toe aan het zicht houden op de leervorderingen. Daarnaast is er in het tweede PNM-schooljaar steeds met diagnostische toetsen gewerkt. Een docent signaleert dat er bij het nakijken van opdrachten soms problemen ontstaan omdat onduidelijk is wat er mis is gegaan als leerlingen een totaal ander antwoord hebben. Het is voor de docent dan niet mogelijk om na te gaan of de leerlingen het niet begrepen hebben of dat ze niet alle materiaal bekeken hebben.

5.2.2 De taak en taakbeleving van de docent

In de vraaggesprekken met de docenten is ingegaan op mogelijke veranderingen die door het werken met de multimediale leeromgevingen zijn ontstaan in de invulling van hun taak en in hun taakbeleving.

Taak

Uit de gesprekken blijkt dat de voorbereiding van een les voor de groepen die met multimedia werken aanvankelijk veel tijd kostte. Docenten noemen daarvoor verschillende oorzaken. Er wordt naar voren gebracht dat een groot deel van de voorbereiding niet zozeer in beslag wordt genomen door inhoudelijke aspecten, maar met name door de voorbereiding van procedurele zaken. Voor een deel hangt dat samen met de gekozen werkvormen. Vooral het rollenspel kost bij de eerste uitvoering veel organisatorische voorbereiding. Daarnaast wordt door de docenten tijdens de voorbereiding ook veel aandacht besteed aan het voorzien van problemen waarmee leerlingen tijdens het werken met de applicaties zouden kunnen worden geconfronteerd. Aan het einde van het project is aan de docenten gevraagd of er verschillen zijn in de lesvoorbereiding tussen het eerste en het tweede schooljaar en tussen de eerste en tweede uitvoering van een bepaalde lessenreeks. De opvattingen daarover verschillen van docent tot docent. Eén van hen is weliswaar van mening dat de lesvoorbereiding in het begin erg veel tijd heeft gekost, maar hij benadrukt dat dit ook zou gelden bij de invoering van een andere methode dan de methode die de sectie al geruime tijd gebruikt. Bij de tweede uitvoering van de eerste twee lessenreeksen is de voorbereidingstijd bij de betreffende docent al duidelijk minder geworden, omdat hij daarbij de aantekeningen van het vorige schooljaar kan gebruiken. Het goed leren kennen

van nog niet toegepaste applicaties kost echter ook in het tweede PNM-jaar nog veel tijd. Een andere docent dacht dat de uitvoering van reeds eerder toegepaste lessenreeksen eenvoudiger zou zijn, maar bleek daar achteraf anders over te denken. Ondanks het gebruik van de voorbereiding van het vorige schooljaar, blijft het voor deze leerkracht zo dat het lesgeven met multimedia een intensieve voorbereiding vraagt. Ten slotte brengt een derde docent naar voren dat er uiteindelijk, na twee jaar werken met multimedia, weinig verschil bestaat tussen de voorbereiding van een 'multimediale les' en de voorbereiding van een reguliere aardrijkskundeles. Bij de lesvoorbereiding moet wel gepland worden hoe de media worden ingezet, maar dat geldt ook voor het gebruik van videoband of dia's.

De lessen worden op den duur minder belastend gevonden. Na vier 'multimediale' lessenreeksen zijn de docenten rustiger geworden. Het blijven echter drukke lessen, waarin veel van de docenten gevraagd wordt. Een gewone les is volgens hen veel meer routine en routinehandelingen vragen niet zoveel inspanning. In de experimentele lessen worden de leerlingen meer individueel aangesproken door de leerkracht. De docent moet steeds van de ene naar de andere groep leerlingen. In de meer traditionele lessen is dat wat rustiger. De sectieleden zijn het erover eens dat de rol van de docent meer begeleidend van karakter geworden. Daardoor wordt het contact met individuele leerlingen echter vaak vergroot:

"Doordat de leerlingen apart aan werkstations werken kom je veel meer in contact met individuele leerlingen. Dat is op zich heel waardevol. Je krijgt daardoor een veel intensievere relatie met hen. Ik merk ook dat dat niet bij alle leerlingen lukt. De ene leerling is daarin veel uitnodigender dan de ander. Het sociale proces in de klas verandert."

Als tijdens een les wordt gewerkt met twee groepen, heeft dat een nog belastender uitwerking, omdat in sommige klassen de groep die niet met multimedia werkt volgens de docenten vaak extra moet worden gemotiveerd om aan het werk te blijven.

In de eerste lessenreeks bleef de rol van de docent als overdrager van aardrijkskundige leerinhouden tot een minimum beperkt. Dit had twee redenen. In de eerste plaats moesten leerlingen vaak advies krijgen over de manier waarop zij met de media en de bijbehorende applicatie moesten omgaan. In de tweede plaats waren de lessen in het kader van het instructieve paradigma dusdanig ingericht dat de computer een groot deel van de overdracht van leerinhouden van de leraar overnam. De docenten betreurden dat. Naarmate het project vorderde, verschoven hun activiteiten meer in de richting van een inhoudelijk begeleidend rol. Zij constateerden dat zij zelf vaardiger waren geworden in het inleiden van de werkzaamheden en dat leerlin-

gen meer inhoudelijke vragen waren gaan stellen. In de loop van het project zijn de docenten ook meer hun eigen stijl gaan ontwikkelen bij het werken met het materiaal. Deze tendens is na afloop van het project voortgezet.

Taakbeleving

Zoals één van de leden van de sectie stelt, is niet zozeer de taakbelasting van belang, maar vooral de taakbeleving. Als de taak aantrekkelijker wordt, hoeft een feitelijke verzwaring niet als een grotere belasting te worden gevoeld. De docenten vinden dat hun taak door het werken met multimedia in het algemeen inderdaad aantrekkelijker is geworden:

"Voor de docent is het werken met nieuwe media vermoeiend, maar wel leuk. Het vermoeiende heeft ook met de gekozen werkvorm te maken."

"Nieuwe media betekenen een uitbreiding van de mogelijkheden, waardoor het lesgeven aantrekkelijker wordt."

5.3 De school

De invoering van multimedia heeft een aantal effecten op schoolniveau. Tijdens de vraaggesprekken met de docenten, de systeembeheerders en de schoolleiding is nagegaan welke effecten op korte termijn - dat wil zeggen bij de afloop van het twee jaar durende experiment - zijn opgetreden. In een aanvullend gesprek is ingegaan op de effecten waarvan drie jaar later melding kan worden gemaakt.

5.3.1 Effecten op korte termijn

In de interviews met de schoolleiding is ingegaan op de effecten voor de school van de deelname aan *Proefschool Nieuwe Media*. Uit die gesprekken komt naar voren dat de ontwikkelingen rond computergebruik met de komst van het PNM-project in een stroomversnelling zijn geraakt. Vóór die tijd verliep de invoering van computers in de school moeizaam, al was er wel het een en ander bereikt. Tijdens het project zijn diverse activiteiten ontplooid, zoals de organisatie van een studiedag over computergebruik in het onderwijs, een PC-privéproject en het stimuleren van docenten om cursussen te volgen (Goes, 1991).

Door het project is er veel deskundigheid opgebouwd binnen de school. Het uitstralings-effect naar andere secties was aan het einde van het experiment echter nog zeer gering. De deelname aan *Proefschool Nieuwe Media* heeft de aardrijkskundedocenten enigszins afgesloten voor intensieve contacten met andere secties. Een docent zegt daarover aan het einde van de projectperiode:

"Veel collega's weten nog steeds niet wat er binnen PNM wordt gedaan. Voor een deel ligt dat aan de sectie aardrijkskunde, die te weinig tijd had om de informatie te verspreiden, maar het is ook te wijten aan een gebrek aan belangstelling bij andere secties."

De informatiekloof die op die manier kon ontstaan tussen de sectie aardrijkskunde en de overige secties, werd als onprettig ervaren. De verwachting was dat er na afloop van het PNM-project meer overleg zou gaan plaatsvinden. Ook werd verwacht dat andere secties gebruik zouden gaan maken van de apparatuur in het PNM-lokaal. Overigens vraagt men zich af of één lokaal voldoende is indien het gebruik van multimedia gemeengoed wordt in de school. Een docent brengt in dit verband het volgende naar voren:

"Een knelpunt bij de invoering op grote schaal van nieuwe media: je komt er niet met één lokaal met apparatuur zoals op de proefschool het geval is. Men moet aan een andere onderwijsomgeving gaan denken, waarbij bijvoorbeeld wordt gewerkt met opdrachten die niet lokaalgebonden zijn. De nieuwe media zouden dan kunnen worden opgesteld in een aparte ruimte waar de leerlingen naar toe zouden kunnen gaan als dat nodig is."

Een belangrijk effect van PNM is dat de schoolleiding heeft besloten na afloop van het project faciliteiten beschikbaar te stellen zodat de coördinator van het PNM-project binnen de school zich in de functie van automatiseringscoördinator kan gaan oriënteren op het in de toekomst te voeren beleid op het niveau van de school als geheel. Een ander effect op schoolniveau is te vinden in de uitbreiding van het takenpakket van de systeembeheerder. Gedurende het PNM-project hebben twee medewerkers van de proefschool als systeembeheerder gefungeerd. De eerste systeembeheerder is vanaf het begin bij het project betrokken geweest. De tweede systeembeheerder is in de loop van het tweede PNM-schooljaar als vervanger gaan optreden. Het voordeel van deze vervanging was, dat daardoor de kennis met betrekking tot het beheer van multimedia in de school over meer personen werd verdeeld.

5.3.2 Effecten op langere termijn

Drie jaar na afloop van *Proefschool Nieuwe Media* vormt informatietechnologie een speerpunt in de school. Op schoolniveau zijn vier personen betrokken bij de organisatie daarvan. Gezamenlijk hebben zij daarvoor 1 fte beschikbaar. Het beleid op dit moment is erop gericht zoveel mogelijk personeelsleden met de computer aan het werk te krijgen.

Het gebruik van multimedia heeft nog geen hoge vlucht genomen in de school. Sinds het begin van het schooljaar 1994/95 werkt de sectie Frans met een Videotex-databank. Ook bij natuurkunde is men vorig jaar met multimedia begonnen. Volgend jaar wordt een databank gestart die is gericht op scheikundedocenten in het voortgezet onderwijs. De sectie scheikunde wil daar gebruik van gaan maken. Bij geschiedenis wordt sinds dit schooljaar gebruik gemaakt van een klein deel van het PNM-materiaal (de toepassing 'Utrecht in zicht').

Er wordt gewerkt aan uitbreiding van de multimedievoorziening in de bibliotheek. Hierdoor moeten leerlingen worden aangespoord om zelfstandiger informatie op te zoeken. Er is een encyclopedie op CD-ROM beschikbaar, evenals een krant. De leerlingen maken daar veel gebruik van. Er is een printvoorziening en het is de bedoeling dat in de (nabije) toekomst CD-I, Foto-CD en eventueel *on-line* informatiebanken beschikbaar komen. Volgend jaar wordt begonnen met het plaatsen van een aantal computers in klaslokalen, zodat leerlingen en docenten in het lokaal (via het netwerk) informatie kunnen opvragen. Docenten beschikken over hun eigen pakket voor de cijferadministratie.

Al deze ontwikkelingen kunnen worden gezien als een soort uitvloeisel van het PNM-project. Door dit project heeft men bij het Niels Stensen College een betere kijk gekregen op de manier waarop je met informatietechnologie kunt omgaan.

5.4 Samenvatting

Tot slot worden de belangrijkste resultaten van het onderzoek voor de drie onderscheiden niveaus samengevat.

De leerling

Uit de lesobservaties blijkt dat er in de experimentele groep sprake is van significant meer procedureel taakgericht gedrag. Dit gaat voornamelijk ten koste van de inhoudelijke

delijke taakgerichtheid. Dit verschil is deels te verklaren doordat de experimentele groep meer uitleg van de docent krijgt over de te volgen werkwijze. Binnen de experimentele groep traden bovendien significante verschillen in taakgedrag tussen verschillende lessenreeksen op. Over de gehele les bekeken, was de inhoudelijke taakgerichtheid tijdens de lessen waaraan het instructieve leerparadigma ten grondslag lag, significant groter dan tijdens de lessenreeksen in het kader van het ontdekkende en onderzoekende paradigma.

Uit de lesobservaties blijkt dat in de experimentele groep aanzienlijk meer interactie tussen leerlingen plaatsvindt dan in de controlegroep. Hetzelfde geldt voor de interactie tussen de docent en de leerlingen, ook indien rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van de systeembeheerder tijdens een aanzienlijk aantal lessen.

De leervorderingentoets bij de eerste uitvoering van de eerste lessenreeks leidde tot de conclusie dat in de tweede klas de controlegroep significant beter presteerde dan de experimentele groep, terwijl in de derde klas geen significant verschil tussen de onderscheiden groepen kon worden geconstateerd. Bij deze lessenreeks presteerden de jongens in zowel de tweede als de derde klas significant beter dan de meisjes. In de derde klas trad daarnaast een significante interactie tussen groep en schoolsoort op: mavo- en havo-leerlingen boekten in de controlegroep meer vooruitgang, terwijl bij atheneum-3 de experimentele groep beter presteerde. Bij de toetsing in het kader van de tweede lessenreeks in hetzelfde schooljaar trad geen significant effect naar groep of geslacht op. In het daaropvolgende schooljaar laten beide lessenreeksen waarin leervorderingentoetsen zijn afgenomen een trend ten gunste van de experimentele groep zien. Bij alle leervorderingentoetsen vormde de schoolsoort een belangrijke achtergrondvariabele.

Ook bij alle drie versies van de informatievaardigheidentoets traden significante effecten op die kunnen worden toegeschreven aan de schoolsoort. Leerlingen in mavo-klassen behalen gemiddeld de slechtste scores op het gebied van het omgaan met informatie, terwijl vwo-leerlingen hier de beste prestaties laten zien. De eerste afname van de toets, in de tweede klas, liet een trend ten gunste van de experimentele groep zien, maar dit resultaat werd in het daaropvolgende schooljaar noch in de tweede, noch in de derde klas bevestigd. Ten aanzien van het geslacht werden in de tweede klas tegenstrijdige resultaten gevonden. De eerste afname liet een trend ten gunste van de meisjes zien, terwijl de tweede afname, een jaar later, een trend in het voordeel van de jongens opleverde. In de derde klas werd een significant verschil gevonden: jongens boekten hier meer vooruitgang dan meisjes. Bij de aan de experimentele groep gestelde mediaspecifieke vragen met betrekking tot het opzoeken van

informatie, bleken de leerlingen van de derde klassen significant beter te scoren dan de leerlingen uit de tweede klassen.

Vooraf tijdens de eerste twee lessenreeksen van *Proefschool Nieuwe Media* vonden veel leerlingen het leren met multimedia leuk. Hier begonnen zich echter al verschillen tussen jongens en meisjes af te tekenen. Na vier lessenreeksen oordelen meisjes significant minder positief over de vraag of leren met multimedia leuk is dan na twee lessenreeksen. Op dat moment zijn ook de verschillen in opvatting met de jongens significant. Ook over de vraag naar de duidelijkheid van de programma's denken vooral meisjes na vier lessenreeksen negatiever dan na de eerste twee lessenreeksen. Het lijkt erop dat de duidelijkheid van de programma's voor de leerlingen heeft geleden onder de ontwikkeling naar een meer open leeromgeving in de derde en vierde lessenreeks. Na één jaar werken met multimedia is de groep leerlingen die de indruk heeft daardoor beter aardrijkskunde te hebben geleerd, aanzienlijk groter dan de groep die minder goed denkt te hebben geleerd dan in de reguliere aardrijkskundelessen. Na twee jaar multimedia is dat oordeel genuanceerder. De meerderheid van de leerlingen is positief over de manier waarop de samenwerking met andere leerlingen is verlopen tijdens het gebruik van multimedia in de les. De overgrote meerderheid van de meisjes geeft er de voorkeur aan met andere leerlingen samen aan de computer te werken. Bij de jongens is de groep die liever alleen werkt, ongeveer even groot als de groep die liever samenwerkt.

De docent en de leeromgeving

De lesorganisatie en -uitvoering weken tijdens de uitvoering van het project sterk af van hetgeen de docenten tijdens de reguliere aardrijkskundelessen gewend waren. Dit mag niet alleen worden toegeschreven aan de invoering van multimedia, maar ook aan de afwijkende groepeerings- en werkvormen die daarmee gepaard gingen in het experiment. Bij het werken in tweetallen of in groepjes bleken niet alle leerlingen even actief te zijn. Bovendien traden tijdens de lessen grote tempoverschillen tussen leerlingen op. Door het grotendeels ontbreken van differentiatiemogelijkheden in de applicaties kon daar niet goed op worden ingespeeld. Ook het houden van zicht op de vorderingen van de leerlingen bleek bij de gekozen opzet moeilijker te realiseren dan tijdens traditionele lessen. Van de vier leerparadigma's bleek vooral het onderzoekende paradigma voor de leerlingen tot problemen te leiden. De docenten stellen echter dat zij ook bij de andere toepassingen inhoudelijk moesten bijsturen en samenhangen moesten verduidelijken. Qua inhoud sluiten de applicaties volgens de leerkrachten beter aan bij de beleavingswereld van de leerlingen dan de reguliere aardrijkskundemethode. Ook krijgen de leerlingen meer vrijheid dan tijdens traditionele lessen en wordt een groter beroep op hun zelfwerkzaamheid gedaan.

De lesvoorbereiding kostte vooral tijdens het begin van het experiment veel extra tijd. Ook de lessen worden druk gevonden, al ervaart men dit in de loop van het project als minder belastend. Ondanks deze verzwaring van hun taak en ondanks het feit dat de docenten het gevoel hebben dat zij een minder centrale rol zijn gaan spelen in het proces van kennisoverdracht, zijn zij van mening dat hun taak door de invoering van multimediale leeromgevingen aantrekkelijker is geworden.

Drie jaar na afloop van het experiment worden de multimediale toepassingen nog steeds gebruikt. Er zijn echter wijzigingen doorgevoerd. Het schriftelijke materiaal bij de eerste lessenreeks ('instructief') is aanzienlijk ingekrompen. Bij de tweede lessenreeks ('ontdekkend') is het rollenspel geschrapt. In de derde lessenreeks ('onderzoekend') is het schriftelijke materiaal zodanig aangepast dat er aanzienlijk gestructureerder wordt gewerkt dan oorspronkelijk het geval was. Daarnaast worden de multimediale toepassingen meer als 'toegevoegde waarde' gezien en minder als vervangend voor delen van de methode. De docenten hebben weer meer hun eigen docerstijl ontwikkeld tijdens de lessen waarin met multimedia wordt gewerkt. Het gebruik van Videotex is gestaakt.

De school

Na twee jaar *Proefschool Nieuwe Media* waren de consequenties op het niveau van de school nog niet erg duidelijk geworden. Andere secties hadden nog geen omlijnd beeld van de mogelijkheden van multimedia, al was de verwachting dat de belangstelling voor het gebruik van dergelijke media in de school wel zou gaan toenemen. Drie jaar na afloop van het project blijkt dat er verschillende ontwikkelingen gaande zijn, maar dat het gebruik van multimedia, op enkele uitzonderingen na, nog steeds beperkt blijft tot de aardrijkskundesectie.

6 Conclusies, discussie en aanbevelingen

In dit slothoofdstuk worden de conclusies gepresenteerd van het in het kader van *Proefschool Nieuwe Media* uitgevoerde evaluatie-onderzoek. In de daaropvolgende discussie wordt ingegaan op het belang van dit onderzoek voor zowel de theorievorming rond leren met multimedia als de onderwijspraktijk. Aanbevelingen met betrekking tot de ontwikkeling en implementatie van multimediale leeromgevingen en aanbevelingen voor verder onderzoek ronden het hoofdstuk af.

6.1 Conclusies

In het volgende overzicht passeren de in hoofdstuk 4 geformuleerde onderzoeksvragen nogmaals de revue, gevolgd door de conclusies die op basis van het onderzoek kunnen worden getrokken. Daarbij zal worden uitgegaan van de in het voorafgaande gehanteerde indeling, waarbij achtereenvolgens de leerling, de docent en de leeromgeving, en de school centraal staan.

De leerling

Op leerlingniveau is onderzoek gedaan naar de taakgerichtheid van leerlingen, de interactie tussen leerlingen onderling en tussen leerlingen en de docent, de invloed op de leervorderingen, de invloed op de vaardigheid in het omgaan met informatie en het oordeel van de leerlingen over leren met multimedia.

1. *Zijn er verschillen in de mate van taakgerichtheid tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?*

Uit de lesobservaties blijkt dat er in de experimentele groep sprake is van significant meer procedureel taakgericht gedrag. Dat gaat voornamelijk ten koste van de inhoudelijke taakgerichtheid. Dit verschil is deels te verklaren doordat de experimentele groep meer uitleg van de docent krijgt over de te volgen werkwijze. Dit mag niet alleen worden toegeschreven aan het gebruik van multimedia, maar ook aan de afwijkende werkvormen die met name in de tweede en derde lessenreeks zijn toegepast. Indien de procedurele uitleg buiten beschouwing wordt gelaten en alleen het

taakgedrag tijdens inhoudelijke lesactiviteiten wordt geanalyseerd, is het verschil tussen de experimentele en de controlegroep in inhoudelijke taakgerichtheid kleiner, maar nog steeds significant. Het aandeel niet-taakgericht gedrag tijdens de les verschilt niet significant tussen de experimentele en de controlegroep. Wel is er een trend te zien dat leerlingen in de experimentele groep minder tijd wachtend doorbrengen. De hypothese dat leerlingen in multimediale leeromgevingen meer taakgericht werken, moet worden verworpen.

2. *Zijn er verschillen in de mate van taakgerichtheid van leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen die kunnen worden gerelateerd aan het achterliggende leerparadigma?*

Binnen de experimentele groep blijkt het taakgedrag van de leerlingen binnen een lessenreeks samen te hangen met het leerparadigma waarop de lessenreeks is gebaseerd. Over de gehele les bekeken, is de inhoudelijke taakgerichtheid tijdens de lessen waaraan het instructieve leerparadigma ten grondslag ligt, significant groter dan tijdens de lessenreeksen in het kader van het ontdekkende en onderzoekende paradigma. De verschillen moeten met name worden gezocht in het procedurele deel van de les, dat groter wordt naarmate de applicaties een meer open karakter hebben en zij worden gecombineerd met minder gebruikelijke werkvormen. Het gedeelte van de les dat leerlingen niet-taakgericht doorbrengen, is het kleinst in de lessenreeks volgens het instructieve paradigma. Daarmee moet de hypothese worden verworpen dat leerlingen meer taakgericht zijn in een meer open leeromgeving.

3. *Zijn er verschillen in de mate waarin interactie plaatsvindt tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die les krijgen in traditionele leeromgevingen?*

Uit de lesobservaties blijkt dat in de experimentele groep aanzienlijk meer interactie tussen leerlingen plaatsvindt dan in de controlegroep. De gekozen groepeeringsvormen, waarbij leerlingen veel met elkaar samenwerken in tweetallen of groepjes van drie of vier, bevorderen de interactie in sterke mate. De derde hypothese kan dus worden bevestigd.

4. *Zijn er verschillen in de mate waarin interactie plaatsvindt tussen leerlingen en de docent tijdens het leren in multimediale leeromgevingen in vergelijking met het leren in traditionele leeromgevingen?*

Tussen de docent en de leerlingen vindt in de experimentele lessen significant meer directe interactie plaats dan in de reguliere lessen die aan leerlingen van de controle-

groep worden gegeven. Tijdens de reguliere lessen ligt de nadruk op klassikale instructie, terwijl de docent tijdens experimentele lessen vaak rechtstreeks contact heeft met individuele leerlingen of met kleine groepjes die met multimedia werken. Ook indien in aanmerking wordt genomen dat de systeembeheerder veel lessen heeft bijgewoond, waardoor er in feite twee docenten in de klas aanwezig waren, is de geconstateerde hoeveelheid interactie tussen de docent en individuele leerlingen in de experimentele klassen aanzienlijk groter dan in de overige klassen. De vierde hypothese wordt hiermee bevestigd.

5. Zijn er verschillen in leervorderingen tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?

Bij de vier door de leerlingen gemaakte leervorderingstoetsen bleek slechts één maal sprake te zijn van een significant verschil tussen de experimentele en de controlegroep. Daarbij liet de controlegroep meer leervorderingen zien. In twee andere gevallen was er een trend in het voordeel van de experimentele groep. Op grond hiervan moet de conclusie worden getrokken dat er geen wezenlijke verschillen in leervorderingen optreden tussen de klassen die met en de klassen die zonder multimedia hebben gewerkt. Deze constatering is conform de verwachting.

Bij één van de toetsen, in de derde klas, trad een significante interactie tussen de groep en de schoolsoort op. Bij de mavo- en havo-klassen boekte de controlegroep meer vooruitgang, terwijl bij de atheneum-klassen de experimentele groep beter presteerde. De schoolsoort speelde bij alle leervorderingstoetsen een belangrijke rol. De mavo-klassen lieten de minste vorderingen noteren. Significante verschillen tussen jongens en meisjes traden bij één van de vier toetsen op. Zowel in de tweede als in de derde klas presteerden de jongens beter bij deze toets.

6. Zijn er verschillen in de vaardigheid in het omgaan met informatie tussen leerlingen die les krijgen in multimediale leeromgevingen en leerlingen die op de traditionele manier les krijgen?

De toetsing van informatievaardigheden leverde geen significante verschillen in prestaties tussen de experimentele en de controlegroep op. Wel was er in het eerste jaar van het project in de tweede klas een trend ten gunste van de experimentele groep. Deze trend werd in het daaropvolgende schooljaar echter noch in de tweede, noch in de derde klas teruggevonden. De hypothese dat leerlingen die gebruik maken van de experimentele leeromgevingen vaardiger worden in het omgaan met informatie dan leerlingen die op de traditionele manier les krijgen, wordt dus niet bevestigd.

Bij alle drie versies van de informatievaardigheidentoets traden significante effecten op die kunnen worden toegeschreven aan de schoolsoort. Mavo-leerlingen lieten de minste vooruitgang zien, terwijl vwo-leerlingen de meeste progressie boekten. In de derde klas werd tevens een significant verschil tussen jongens en meisjes geconstateerd. Jongens behaalden hier betere resultaten dan meisjes.

Bij enkele mediaspecifieke vragen met betrekking tot het opzoeken van informatie, die alleen aan de leerlingen van de experimentele klassen werden voorgelegd, bleken de leerlingen van de derde klassen significant beter te scoren dan de leerlingen uit de tweede klassen. Blijkbaar zijn leerlingen die langer met multimedia hebben gewerkt, bij het opzoeken van informatie vaardiger in het maken van een keuze uit de beschikbare media.

Uit de video-opnamen komt het beeld naar voren dat leerlingen sterk zijn gericht op het vinden van 'het juiste antwoord', waarbij zij onvoldoende aandacht hebben voor de instructies en voor de informatie waarmee zij tijdens hun zoektocht worden geconfronteerd.

7. Hoe waarden de leerlingen het werken met multimedia? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert de waardering naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?

Vóór de start van het experiment was er sprake van significante verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes over de vraag of zij het leuk vonden om met multimedia te gaan werken. Terwijl een ruime meerderheid van de jongens dat leuk vond, stelden relatief veel meisjes zich nog afwachting op.

Na de eerste twee lessenreeksen van *Proefschool Nieuwe Media* - dus in de tweede klas - gaven veel leerlingen aan het werken met multimedia leuk te vinden. Op dat moment was er geen sprake van een significant verschil in waardering tussen jongens en meisjes. Na twee jaar - en vier lessenreeksen - leren in multimediale leeromgevingen is het oordeel van de meisjes echter significant negatiever dan het oordeel van de jongens. Ook oordeelden meisjes toen significant minder positief dan na twee lessenreeksen. De meerderheid van hen antwoordde op dat moment het werken met multimedia vervelend noch leuk te vinden. Waarschijnlijk moet deze verandering in de waardering niet worden toegeschreven aan de lengte van de periode waarin men met multimedia heeft gewerkt, maar aan de ontwikkeling van een meer gesloten naar een meer open leeromgeving. Bij de afname van de vragenlijst toen het project ten einde liep, waardeerden jongens in de derde klas het leren met multimedia even positief als jongens in de tweede klas. Bij de herhaalde afname van de vragenlijst,

één jaar later, oordeelden de jongens in de derde klas echter significant negatiever dan de jongens in de tweede klas. Overigens liet zelfs toen nog de helft zich positief uit over multimedia.

Uit deze resultaten kan de conclusie worden getrokken dat leerlingen het leren in relatief gestructureerde multimediale leeromgevingen leuk vinden, maar dat de waardering negatiever wordt indien de leeromgeving een meer open karakter krijgt. In het laatste geval treden bovendien duidelijke verschillen in waardering tussen jongens en meisjes op, in de zin dat meisjes negatiever gaan oordelen. De hypothese dat leerlingen het leren met multimedia waarderen, kan derhalve worden bevestigd voor zover het gaat om relatief gestructureerde leeromgevingen. De hypothese dat meisjes minder positief staan ten opzichte van leren met multimedia dan jongens, lijkt vooral in minder gestructureerde leeromgevingen op te gaan.

8. Welke invloed verwachten de leerlingen van het gebruik van multimedia op de leerresultaten? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert deze verwachting naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?

Na één jaar leren in multimediale leeromgevingen is de groep leerlingen die de indruk heeft daardoor beter aardrijkskunde te hebben geleerd, aanzienlijk groter dan de groep die minder goed denkt te hebben geleerd dan in de reguliere aardrijkskundeles. Na twee jaar werken met multimedia is dat oordeel genuanceerder. De vragenlijst die bij het einde van het project aan de leerlingen is voorgelegd, laat zien dat meisjes in de derde klas eerder negatief denken over de invloed van het werken met multimedia op hun leervorderingen, terwijl jongens eerder positief denken. Dit verschil is significant. Ook oordelen meisjes op dat moment significant negatiever dan hun seksegenoten in de tweede klas. De enquête die één jaar later is gehouden, bevestigt deze verschillen echter niet. Daar blijken zowel jongens als meisjes in de tweede klas gematigd positief over het effect van multimedia, terwijl zij in de derde klas gemiddeld nauwelijks verschil constateren.

Op basis van deze resultaten kan worden geconcludeerd dat er aanwijzingen zijn dat de inschatting door leerlingen van het effect van multimedia op het leren negatief wordt beïnvloed indien de leeromgevingen minder gestructureerd zijn en dat er zich op dit punt tevens verschillen tussen jongens en meisjes openbaren.

9. *Hoe oordelen de leerlingen over de duidelijkheid van de programma's waarmee zij hebben gewerkt? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert dat oordeel naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?*

De resultaten van de vraag in hoeverre de gebruikte multimediale programma's duidelijk waren, laat eenzelfde beeld zien als de resultaten van de vraag naar de waardering van het werken met multimedia. In de tweede klas geeft de meerderheid van de leerlingen aan dat de programma's meestal duidelijk waren. Bij de eerste afname van de vragenlijst laten de meisjes in de derde klas zich daarover significant minder positief uit dan de jongens in dezelfde klas en de meisjes in de tweede klas. Terwijl de meerderheid van de jongens de programma's meestal duidelijk vond, bevindt het gemiddelde oordeel van de meisjes in klas drie zich aan de negatieve kant van de schaal. Eén jaar later laten niet alleen de meisjes, maar ook de jongens in de derde klas zich significant negatiever uit over de duidelijkheid van de programma's dan hun seksegenoten in de tweede klas.

Hier lijkt de conclusie op haar plaats dat de leerlingen de programma's minder duidelijk zijn gaan vinden door de ontwikkeling naar een meer open leeromgeving in latere lessenreeksen. Bovendien lijkt het erop dat meisjes daar meer problemen mee ondervinden dan jongens.

10. *Hoe oordelen de leerlingen over de samenwerking met andere leerlingen tijdens het werken met multimedia? Geven de leerlingen de voorkeur aan samenwerking of aan alleen werken? Zijn er op dit punt verschillen in opvatting tussen jongens en meisjes? Verandert die voorkeur naarmate men langer gebruik maakt van multimedia?*

Vóór het experiment van start ging trad er al een significant verschil tussen jongens en meisjes op met betrekking tot de voorkeur voor samenwerken. Meisjes lieten zich in meerderheid uit voor samenwerken, terwijl de jongens verdeeld waren.

Dit beeld wordt door de resultaten van de beide volgende enquêtes bevestigd. De overgrote meerderheid van de meisjes geeft er de voorkeur aan met andere leerlingen samen aan de computer te werken. Bij de jongens is de groep die liever alleen werkt nagenoeg even groot als de groep die liever samenwerkt. De conclusie dat meisjes liever samenwerken is conform de op dat punt geformuleerde hypothese.

De meerderheid van de leerlingen is positief over de manier waarop de samenwerking met andere leerlingen is verlopen tijdens het gebruik van multimedia in de les.

Op dit punt treden noch significante verschillen tussen jongens en meisjes, noch tussen de tweede en derde klas op.

De docent en de leeromgeving

Het tweede niveau van dataverzameling betreft de docent en de leeromgeving. Daarbij gaat het om het functioneren van de leeromgevingen en om (veranderingen in) de taak en taakbeleving van de docent.

11. Hoe voldoen de multimediale leeromgevingen in de les?

Positieve aspecten van de multimediale leeromgevingen vormen volgens de docenten de inhoud van de applicaties, die beter aansluit bij de belevingswereld van de leerlingen dan de reguliere aardrijkskundemethode, het feit dat leerlingen meer vrijheid krijgen dan tijdens traditionele lessen en het feit dat een groter beroep wordt gedaan op hun zelfwerkzaamheid.

Het nagenoeg ontbreken van differentiatiemogelijkheden in de applicaties vormde een probleem voor de docenten. Ook het houden van zicht op de vorderingen van de leerlingen bleek in de experimentele lessen moeilijker te realiseren dan tijdens traditionele lessen. Bovendien zijn de docenten van mening dat zij vaak samenhangen moesten verduidelijken voor de leerlingen. Vooral de toepassing die in het kader van het onderzoekende paradigma is ontwikkeld, leverde voor veel leerlingen problemen op. Het werken in tweetallen of in groepjes leidde niet bij alle leerlingen tot de gewenste actieve houding.

12. Blijft men de leeromgevingen na afloop van het experiment gebruiken en, zo ja, worden daarin wijzigingen aangebracht?

Drie jaar na de afloop van het PNM-project maken de docenten van de aardrijkskundesectie nog steeds gebruik van de multimediale leeromgevingen. Zij hebben echter een aantal wijzigingen aangebracht in het begeleidende schriftelijke materiaal en in de manier waarop de applicaties in de les worden toegepast. Zo hebben de multimediale programma's een minder centrale functie gekregen in het proces van leerstofoverdracht. Het rollenspel is uit het programma geschrapt. De instructies en opdrachten in het kader van het instructieve paradigma zijn sterk ingekrompen en het door de leerlingen uit te voeren onderzoek, waaraan het onderzoekende paradigma ten grondslag ligt, is sterk gestructureerd.

13. In hoeverre heeft het gebruik van multimedia in de les invloed op de taak en de taakbeleving van de docent?

De lesvoorbereiding kostte vooral tijdens het begin van het experiment veel extra tijd. Nadat men aan het gebruik van multimedia gewend was, verschilden de opvattingen van de docenten over de vraag of de lesvoorbereiding meer tijd kost dan de voorbereiding van reguliere lessen. Aanvankelijk bleef de rol van de docent in het proces van leerstofoverdracht beperkt. Naarmate het project vorderde, groeiden de docenten toe naar een inhoudelijk begeleidende rol. Ook zijn de leerkrachten in de loop van het project meer hun eigen stijl gaan ontwikkelen bij het werken met multimedia.

Ondanks het feit dat lessen waarbij gebruik wordt gemaakt van multimedia, drukker worden gevonden dan reguliere lessen en de docenten het gevoel hebben dat zij een minder centrale rol zijn gaan spelen in het proces van kennisoverdracht, zijn zij van mening dat hun taak aantrekkelijker is geworden. Dit komt volgens hen onder meer doordat het contact met de individuele leerlingen intensiever is tijdens de lessen waarbij met multimedia wordt gewerkt.

De drie hypothesen die ten aanzien van de taak van de docent zijn geformuleerd, zijn hiermee bevestigd: de taak is meer begeleidend van karakter geworden, de taakbeleving is toegenomen en de motivatie is eveneens toegenomen.

De school

Voor het schoolniveau, tot slot, is nagegaan welke effecten de invoering van multimedia op korte en op langere termijn heeft gehad.

14. Wat zijn op korte termijn de effecten op schoolniveau van de invoering van multimedia?

Na twee jaar *Proefschool Nieuwe Media* waren de consequenties op het niveau van de school nog niet erg duidelijk geworden. Andere secties hadden nog geen omlijnd beeld van de mogelijkheden van multimedia. Wel was duidelijk dat er taken aan het pakket van de systeembeheerder waren toegevoegd. Volgens de schoolleiding heeft deelname aan het PNM-project de invoering van computers in de school in een stroomversnelling gebracht. In het kader daarvan zijn faciliteiten beschikbaar gesteld om na afloop van het project een functionaris van de school in te zetten als automatiseringscoördinator. De hypothese dat er op het niveau van de school na twee jaar geen grote veranderingen zouden hebben plaatsgevonden, kan worden bevestigd.

15. Wat zijn op langere termijn de effecten op schoolniveau van de invoering van multimedia?

Drie jaar na afloop van het PNM-project zijn verschillende personen in de school bezig met het stimuleren van toepassingen van informatietechnologie. Er zijn diverse activiteiten en plannen rond computergebruik en het gebruik van multimedia op school. Het feitelijke gebruik van multimedia is echter nog steeds kleinschalig van aard. Op enkele uitzonderingen na, beperkt dit zich nog steeds tot de aardrijkskunde. Hiermee moet de laatste hypothese, dat er na vijf jaar sprake zou zijn van een duidelijke invloed van deelname aan het PNM-project op schoolniveau, worden verworpen.

6.2 Discussie

Te vaak worden multimediale toepassingen voor het onderwijs ontwikkeld zonder dat daaraan een theoretische basis ten grondslag ligt. Regelmatig worden toepassingen in het onderwijs ingevoerd zonder dat daar onderzoek naar is of wordt gedaan. De beschikbare resultaten van onderzoek naar multimediale onderwijstoepassingen zijn vaak met elkaar in tegenspraak. Daaraan kunnen tekortkomingen in de opzet van het onderzoek debet zijn. Zo hebben veel onderzoeksresultaten betrekking op qua omvang beperkte toepassingen, die bij een eveneens qua omvang beperkte groep zijn geïmplementeerd. Bovendien hebben onderzoeksresultaten niet altijd betrekking op praktijksituaties. In het project *Proefschoon Nieuwe Media* is getracht de hier genoemde beperkingen te voorkomen.

Het project *Proefschoon Nieuwe Media* en het in het kader daarvan uitgevoerde onderzoek hebben conclusies opgeleverd die van belang zijn voor theorievorming rond het leren in multimediale leeromgevingen en die van belang zijn voor de onderwijspraktijk. De opzet van het project mag als zeer ambitieus worden gekenschetst. In een tamelijk kort tijdsbestek zijn vier lessenreeksen ontwikkeld en in de onderwijspraktijk geïmplementeerd, waarbij zeer uiteenlopende en gevarieerde toepassingen zijn ontworpen. Daarbij is gebruik gemaakt van drie verschillende media, terwijl elke lessenreeks een andere theoretische basis kreeg, in de vorm van een leerparadigma dat als uitgangspunt diende. Het innovatieve karakter van het project wordt verder onderstreept doordat tevens enkele werkvormen zijn toegepast die niet gebruikelijk zijn in het reguliere onderwijs. Mede doordat ernaar is gestreefd het materiaal in het reguliere curriculum in te bedden, is een ruime toepassing van de multimediale leeromgevingen in de lespraktijk gerealiseerd. Om dit geheel beheersbaar te houden, is gekozen voor de implementatie in één school, bij één schoolvak.

De ontwikkelde applicaties dragen een aantal kenmerken van wat volgens recente inzichten in de onderwijspsychologie een 'krachtige leeromgeving' wordt genoemd. Voorbeelden daarvan zijn het gebruik van authentiek materiaal dat in authentieke contexten wordt gesitueerd, de beschikbaarheid van verschillende informatiebronnen, de mogelijkheid om een probleem vanuit verschillende invalshoeken te benaderen, de nadruk op samenwerken en de ruimte voor de leerlingen om eigen initiatief te ontplooiën. In een maatschappij waarin het informatie-aanbod steeds groter wordt en waarin kennis steeds sneller veroudert, dient het onderwijs zich niet te beperken tot het overdragen van kennis. Het voorbereiden van leerlingen op hun (latere) functioneren in de 'informatiemaatschappij', houdt in dat de school leerlingen vaardig moet maken in het omgaan met informatie. Krachtige multimediale leeromgevingen kunnen daarbij in theorie een belangrijke functie vervullen. Daarom ligt het voor de hand dat leerlingen daar op school mee te maken krijgen. Dergelijke leeromgevingen vooronderstellen echter studeerstrategieën die sterk afwijken van hetgeen leerlingen en docenten gewend zijn. Leerlingen hebben vaak de neiging om naar feiten te zoeken, die ze vervolgens van buiten kunnen leren. Ook hebben zij vaak de neiging om de docent een centrale rol toe te kennen in het sturen van het leerproces. Docenten moeten leerlingen aanzetten tot een actievere houding, zonder zelf al te sturend te zijn.

Het in het project uitgevoerde evaluatie-onderzoek is empirisch van aard. In dit onderzoek, dat zich over een relatief lange periode heeft uitgestrekt, is door middel van een groot aantal onderzoeksactiviteiten in de onderwijspraktijk antwoord gezocht op een groot aantal vragen. Doordat het experiment zich heeft beperkt tot de proefschool en het vak aardrijkskunde, kon alle energie in het onderzoek hierop worden geconcentreerd. Een nadeel daarvan is, dat hierdoor het doen van uitspraken over mogelijke effecten bij de toepassing in andere scholen en bij andere vakken wordt bemoeilijkt. Het innovatieve karakter van het experiment bracht voor de evaluatie enkele beperkingen met zich mee. Zo bleek er nog geen betrouwbare toets voorhanden die informatie kon verschaffen over de vaardigheden van leerlingen in het omgaan met informatie. Binnen de gegeven randvoorwaarden is getracht daarvoor een zo goed mogelijk instrument te construeren.

Ten aanzien van de theorievorming kan worden opgemerkt dat er in het onderzoek geen positieve effecten van het gebruik van multimediale leeromgevingen - in vergelijking met traditionele leeromgevingen - zijn genoteerd op de taakgerichtheid, de leervorderingen en de vaardigheid in het omgaan met informatie. Wel wordt de interactie tussen leerlingen onderling en tussen leerlingen en de docent gestimuleerd. Ook leidde het gebruik van multimediale leeromgevingen tot een positief effect op de motivatie van leerlingen. Dit effect verminderde echter toen de leeromgevingen

een meer open karakter kregen en de leerlingen meer tot actief leren werden aangezet. Op dit punt bleek het geslacht een belangrijke achtergrondvariabele te zijn. Het lijkt erop dat vooral meisjes moeite hebben met een ontwikkeling naar een meer open (multimediale) leeromgeving.

Dat het werken met deze leeromgevingen niet tot betere leerresultaten, een grotere vaardigheid in het omgaan met informatie of een grotere mate van taakgerichtheid heeft geleid, hoeft achteraf bezien geen verwondering te wekken. De kern van het gebruik van multimediale leeromgevingen is, dat leerlingen zelfstandig leren omgaan met (grote hoeveelheden) informatie. Daarvan mag naar alle waarschijnlijkheid pas effect worden verwacht bij toepassing op grotere schaal, in meer dan één schoolvak. In ieder geval kan worden geconcludeerd dat de bij dit experiment betrokken leerlingen met nieuwe, multimediale onderwijstoepassingen hebben leren omgaan, zonder dat het onderzoek een negatief effect op hun leerresultaten heeft laten zien.

In de praktijk blijkt dat leren in krachtige multimediale leeromgevingen voor leerlingen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs problemen met zich kan brengen. Leerlingen lijken behoefte te hebben aan meer structuur dan hun bij de toepassing van met name het onderzoekend leren werd geboden. Uit het onderzoek blijkt dat vijf jaar na de start van het experiment nog steeds gebruik wordt gemaakt van het materiaal, ondanks het feit dat de externe ondersteuning al drie jaar ontbreekt. Opvallend is echter dat juist de onderdelen die het sterkst de kenmerken van een krachtige leeromgeving droegen, door de docenten zijn geschrapt in verband met tijdgebrek (het rollenspel over ruimtelijke ordening) of sterk zijn gestructureerd omdat de leerlingen daarbij te veel problemen ondervonden (het onderzoek naar de beste vestigingsplaats voor een bedrijf). De invoering, op een relatief kleinschalige experimentele basis, van dergelijke open leeromgevingen leidt blijkbaar niet zonder meer tot blijvende veranderingen in het onderwijsaanbod, maar vereist extra aandacht en begeleiding. Het werken met krachtige multimediale leeromgevingen vergt een cultuuromslag, zowel van de onderwijsgevers als van de leerlingen. Om deze cultuuromslag te bewerkstelligen en om multimediale leeromgevingen zo optimaal mogelijk vorm te kunnen geven, blijft verder onderzoek noodzakelijk. Daarbij verdient het aanbeveling onderzoek te richten op de ontwikkeling en evaluatie van experimentele toepassingen die in de onderwijspraktijk worden beproefd.

6.3 Aanbevelingen

Op grond van de resultaten van het evaluatie-onderzoek en het eerder gegeven overzicht van theoretische inzichten en resultaten van ander onderzoek, kan een aantal

aanbevelingen worden geformuleerd. Deze hebben achtereenvolgens betrekking op de ontwikkeling van multimediale leeromgevingen, de toepassing daarvan in de praktijk en verder onderzoek dat noodzakelijk of wenselijk is.

Ontwikkeling van multimediale leeromgevingen

- Aan het ontwerp van multimediale leeromgevingen dient een theoretische basis ten grondslag te liggen. Tevens dient aandacht te worden besteed aan de onderwijskundige invulling daarvan.
- Wil het gebruik van multimedia worden bevorderd, dan moet materiaal worden ontwikkeld dat goed aansluit bij het reguliere curriculum. Aansluiting bij een gangbare lesmethode verdient daarom aanbeveling. 'Losse' toepassingen worden te incidenteel gebruikt om daarvan veel nut te kunnen verwachten.
- Multimediale leeromgevingen moeten krachtige leeromgevingen zijn. Dit houdt in dat de leeromgeving de leerlingen tot een actieve houding moet aanzetten. Er moet zo veel mogelijk gebruik worden gemaakt van authentiek materiaal dat verwijzingen bevat naar de context waarin de te verwerven vaardigheden moeten worden gebruikt. Leerlingen moeten in staat worden gesteld problemen vanuit verschillende invalshoeken te benaderen, waarbij zij verschillende informatiebronnen kunnen raadplegen. Er dient ruimte te zijn voor samenwerking tussen leerlingen. Daarbij dient de docent geen sturende, maar een begeleidende rol te vervullen.
- Begeleidend schriftelijk materiaal geeft leerlingen en de docent meer houvast dan op zichzelf staande programmatuur. Dit kan ook een rol spelen bij het 'leren voor het proefwerk'. Ook kan het schriftelijke materiaal op relatief eenvoudige manier worden aangepast, waardoor andere opdrachten kunnen worden aangeboden en differentiatiemogelijkheden kunnen worden vergroot zonder het audiovisuele materiaal aan te passen.

Implementatie in de onderwijspraktijk

- De lerarenopleidingen dienen aandacht te besteden aan scholing van (aankomende) docenten in het hanteren van multimedia en het werken met krachtige leeromgevingen in het onderwijs.
- Het verdient aanbeveling rekening te houden met verschillen in voorkeuren tussen jongens en meisjes ten aanzien van het werken met de computer en ten aanzien van samenwerken of individueel werken.

- Voorwaarden voor verspreiding in de school zijn, dat middelen worden vrijgemaakt en dat in coördinatie wordt voorzien. Tevens dient ondersteuning door minimaal één systeembeheerder beschikbaar te zijn.

Onderzoek

- Er dient meer onderzoek te worden uitgevoerd naar de cognitieve, motivationele en sociale processen die zich afspelen tijdens het leren in multimediale leeromgevingen en naar de invloed van kenmerken van de leeromgeving op die processen.
- Tevens zou moeten worden nagegaan onder welke voorwaarden de toevoeging van (audio-)visuele informatie aan tekstuele informatie bevorderlijk is voor het leerproces en onder welke omstandigheden dergelijke informatie geen toegevoegde waarde biedt of zelfs een contraproductieve uitwerking heeft.
- Het verdient aanbeveling te onderzoeken hoe het leren in weinig gestructureerde multimediale leeromgevingen aantrekkelijker kan worden gemaakt voor meisjes, zodat hun motivatie ten aanzien van het leren niet in negatieve zin wordt beïnvloed bij het gebruik van dergelijke toepassingen.
- Er is onderzoek nodig naar de voorwaarden waaraan moet worden voldaan om het gebruik van krachtige leeromgevingen met succes in het onderwijs in te voeren. Daarbij dient zowel aandacht te worden besteed aan voorwaarden die de docenten betreffen als aan voorwaarden die de leerlingen betreffen.

Samenvatting

In dit proefschrift worden de resultaten weergegeven van de evaluatie van het project *Proefschool Nieuwe Media*. In het kader van dit project zijn multimediale leeromgevingen toegepast bij het vak aardrijkskunde in de onderbouw van het voortgezet onderwijs. Daarbij is gebruik gemaakt van interactieve beeldplaat, CD-ROM en Videotex. In het project zijn vier verschillende lessenreeksen ontwikkeld en geïmplementeerd in het onderwijs in de tweede en derde klas mavo, havo en atheneum.

De onderzoeken die tot nu toe zijn uitgevoerd naar de effecten van het gebruik van multimedia in het onderwijs, hebben nog niet tot algemeen geldige conclusies geleid. Dit kan deels worden geweten aan de opzet van onderzoeken, maar ook aan de vaak beperkte onderlinge vergelijkbaarheid van onderzoeksresultaten. Veel onderzoek heeft betrekking op qua tijdsduur beperkte toepassingen, die bovendien bij een beperkt aantal leerlingen zijn ingezet. Op grond van de beschikbare resultaten kan niet zonder meer worden geconcludeerd dat de inzet van multimedia een positieve invloed heeft op de leervorderingen of op het probleemoplossende vermogen van leerlingen. Wel wordt vaak melding gemaakt van een motivatieverhogend effect, al is niet duidelijk of dat effect blijvend is. Ook zou de inzet van multimedia kunnen leiden tot een meer taakgerichte houding bij leerlingen en tot tijdsbesparingen. De rol van de docent wordt bij de invoering van multimedia in het onderwijs doorgaans meer begeleidend van karakter.

Vaak worden multimediale leeromgevingen voor het onderwijs ontwikkeld zonder dat daaraan een theoretische basis ten grondslag ligt. Mede daardoor is niet altijd gewaarborgd dat het leren daadwerkelijk wordt bevorderd. De laatste jaren is de belangstelling voor zogenaamde krachtige leeromgevingen toegenomen. Dat zijn leeromgevingen die leerlingen aanzetten tot het actief construeren van kennis. Dergelijke leeromgevingen kenmerken zich onder meer door de verwijzingen naar authentieke contexten, door de beschikbaarheid van verschillende informatiebronnen, door de mogelijkheid voor leerlingen om problemen vanuit verschillende invalshoeken te benaderen en door de nadruk op samenwerken. De docent speelt daarbij een belangrijke rol als begeleider en ondersteuner van het leren. De stroming in de onderwijspsychologie die op dit moment de meeste aanknopingspunten biedt bij het ontwerpen van krachtige leeromgevingen, is het constructivisme. Uitgangspunt van het constructivisme is, dat leren een actief proces is, waarbij de lerende zelf een interpretatie van de werkelijkheid construeert.

Bij de ontwikkeling van de vier lessenreeksen in *Proefschool Nieuwe Media* is een theoretisch kader gehanteerd, dat vier onderwijskundige paradigma's en een model voor informatieverwerking omvat. In deze lessenreeksen is voorzien in een ontwikkeling van een sterk voorgestructureerde leeromgeving ('instructief') naar een meer open leeromgeving ('onderzoekend leren') met constructivistische kenmerken. De in het kader van het project ontworpen leeromgevingen dragen een aantal kenmerken van krachtige leeromgevingen.

In het evaluatie-onderzoek dat in het kader van het project is uitgevoerd, worden drie niveaus onderscheiden: de leerling, de docent en de leeromgeving, en de school. De vragen op leerlingniveau waarover het onderzoek duidelijkheid diende te verschaffen, hebben betrekking op de taakgerichtheid van de leerlingen en op de interactie tijdens de les, op de effecten van het werken met multimedia op de leervorderingen en op de vaardigheid in het omgaan met informatie, en op de opvattingen van de leerlingen over het werken met multimedia in de les. Bij de docenten is het onderzoek gericht op (veranderingen in) de taak en taakbeleving. Ook is nagegaan hoe de leeromgevingen in de les voldeden. Op het niveau van de school is onderzocht welke effecten de invoering van multimedia had en in hoeverre het werken met multimedia is geïmplementeerd. Om deze vragen te beantwoorden is gekozen voor een scala aan onderzoeksactiviteiten en -instrumenten: leerlingvragenlijsten, leervorderingentoetsen, toetsen met betrekking tot vaardigheid in het omgaan met informatie, lesobservaties, videoregistraties en vraaggesprekken met docenten, systeembeheerders en schoolleiding. Daarbij is gewerkt met een onderzoeksopzet met een experimentele groep, die met multimedia werkte, en een controlegroep, die les kreeg met behulp van de reguliere methode.

De belangrijkste resultaten van het onderzoek luiden als volgt:

De leerling

In de experimentele groep was sprake van significant meer procedureel taakgericht gedrag dan in de controlegroep, zoals uit de lesobservaties blijkt. Dit ging voornamelijk ten koste van de inhoudelijke taakgerichtheid. Dit verschil is deels te verklaren doordat de experimentele groep meer uitleg van de docent kreeg over de te volgen werkwijze. Deze uitleg had niet alleen betrekking op het werken met multimedia, maar ook op het gebruik van andere werkvormen dan de leerlingen gewend waren. Daarnaast traden binnen de experimentele groep significante verschillen in taakgedrag op tussen verschillende lessenreeksen. Tijdens de eerste lessenreeks, volgens het instructieve leerparadigma, waren leerlingen meer inhoudelijk taakgericht bezig dan tijdens de lessen waaraan het ontdekkende of onderzoekende paradigma

ma ten grondslag lag. Tijdens de laatstgenoemde twee lessenreeksen was het aandeel procedureel taakgericht gedrag relatief groot. In de experimentele groep vond tijdens alle lessenreeksen aanzienlijk meer interactie tussen leerlingen plaats dan in de controlegroep. Ook werd meer interactie tussen de docent en de geobserveerde leerlingen geconstateerd dan tijdens de lesobservaties in de controlegroep.

De toetsresultaten laten geen noemenswaardige verschillen in leervorderingen tussen de experimentele groep en de controlegroep zien. Voor de vooruitgang in de vaardigheid in het omgaan met informatie geldt hetzelfde.

Vooraf tijdens de eerste twee lessenreeksen van *Proefschool Nieuwe Media*, in de tweede klas, vonden veel leerlingen het leren met multimedia leuk. Na twee jaar werken met multimedia is het enthousiasme bij veel meisjes echter afgenomen, terwijl ook een aantal jongens minder positief is. Ook het oordeel van de leerlingen over de vraag of de gebruikte programma's duidelijk waren, is met name bij de meisjes na twee jaar negatiever dan na één jaar. Het lijkt erop dat de ontwikkeling naar een meer open leeromgeving in de derde en vierde lessenreeks niet door alle leerlingen positief is ontvangen. Over de samenwerking met andere leerlingen is de meerderheid positief. De overgrote meerderheid van de meisjes werkt het liefst samen met andere leerlingen aan de multimediale toepassingen. Bij de jongens is er meer verdeeldheid op dit punt. De een werkt liever alleen, terwijl de ander liever samenwerkt.

De docent en de leeromgeving

De lesvoorbereiding bleek met name in de aanvangsperiode van het project veel extra tijd te kosten. De lesorganisatie en -uitvoering weken sterk af van hetgeen de docenten tijdens de reguliere aardrijkskundelessen gewend waren. Dit kan deels worden toegeschreven aan de invoering van afwijkende groeprings- en werkvormen bij het werken met de multimediale leeromgevingen. De docenten ervoeren vooral het ontbreken van uitgewerkte differentiatiemogelijkheden in de applicaties als een probleem. Ook vonden zij het moeilijker om zicht te houden op de vorderingen van de leerlingen dan tijdens reguliere lessen. De docenten kregen het gevoel dat zij een minder centrale rol waren gaan spelen in het proces van kennisoverdracht. Desondanks waren zij van mening dat hun taak aantrekkelijker was geworden. Na afloop van het project zijn de docenten in hun lessen gebruik blijven maken van de multimediale toepassingen, al hebben zij juist de onderdelen die het sterkst de kenmerken van een krachtige leeromgeving droegen, geschrapt of sterk gestructureerd.

De school

Na afloop van twee jaar *Proefschool Nieuwe Media* waren de consequenties op het niveau van de school nog niet erg duidelijk geworden. Wel werd verwacht dat de belangstelling voor het gebruik van multimedia in de school zou gaan toenemen. Drie jaar na afloop van het project waren er verschillende ontwikkelingen en plannen met betrekking tot informatietechnologie en multimedia zichtbaar. Het feitelijke gebruik van multimedia bleef echter, op enkele uitzonderingen na, nog steeds beperkt tot de aardrijkskundesectie.

Tot slot

Multimediale leeromgevingen bieden mogelijkheden om leerlingen zelfstandig te leren omgaan met (grote hoeveelheden) informatie. Gezien het groeiende belang van dergelijke vaardigheden ligt het voor de hand dat leerlingen daar op school mee vertrouwd worden gemaakt. Naar alle waarschijnlijkheid mag daarvan pas effect worden verwacht bij toepassing op grotere schaal dan in het hier beschreven experiment kon worden gerealiseerd. Wel kan worden geconcludeerd dat de leerlingen met nieuwe, multimediale onderwijs toepassingen hebben leren werken, zonder dat dit tot een negatief effect op de leerresultaten heeft geleid. Uit het onderzoek komt naar voren dat positieve effecten van het gebruik van multimedia op de motivatie van leerlingen vooral lijken op te treden indien de leeromgeving relatief gestructureerd is. Een ontwikkeling naar een meer open leeromgeving leidt bij meisjes tot een sterkere vermindering van de motivatie dan bij jongens.

De onderzoeksresultaten laten zien dat de invoering in de onderbouw van het voortgezet onderwijs van krachtige multimediale leeromgevingen extra aandacht heeft. Het werken met dergelijke leeromgevingen vergt een cultuuromslag van de onderwijsgevers en van de leerlingen. Deze leeromgevingen vragen van de leerlingen andere studeerstrategieën. Docenten moeten leerlingen aanzetten tot een actievere houding, zonder daarbij zelf al te sturend op te treden.

Summary

In this dissertation the results of the evaluation of the project *Pilot School New Media* are described. This two-year project involved the implementation of multimedia learning environments in geography in Dutch secondary education. In these learning environments interactive videodisc, CD-ROM and Videotex were used. Four different lesson sequences were developed and implemented in the education of pupils from the ages of thirteen to fifteen.

The assessments concerning the effects of multimedia in education which have been carried out until now, have not yielded any generalizable conclusions. In part this may be due to the design of the studies, but another important aspect is the limited comparability of the results of various studies. Applications are often restricted to a very limited amount of time. Apart from this, applications are often used by a limited number of students. The results that are available don't lead to the conclusion that multimedia have a positive impact on learning or problem solving. On the other hand, a positive influence on the students' motivation is often reported, although it's not for certain this will be permanent. The use of multimedia might lead to more time on task and to time saving. The teachers' role usually becomes more the role of a coach when multimedia are involved.

Often multimedia learning environments are developed without any theoretical basis. Partly because of this, it isn't always guaranteed that learning is stimulated. During recent years the interest in so called enriched learning environments has increased. These are learning environments that stimulate students to engage in active knowledge construction. Some of the characteristics of enriched learning environments are: the referring to authentic contexts, the availability of several information resources, the possibility to reflect on information from multiple perspectives, and the emphasis on collaborative learning. The teacher plays an important role as a coach and a facilitator of learning. At this moment, constructivism gives the best starting points for the design of enriched learning environments. Constructivism presupposes that learning is an active process in which the learner is creating his own interpretation of reality.

While designing the four lesson sequences that were used in the *Pilot School New Media* project, a theoretical framework was used, consisting of four paradigms of learning and a model of information processing. The lesson sequences develop from

a very structured learning environment ('instructive learning') to an open-ended learning environment ('discovery learning'). The latter has characteristics that are in accordance with the ideas of constructivism. These learning environments may be characterized as enriched learning environments.

In the evaluation study, which was conducted by the Institute for Applied Social Sciences of Nijmegen University, three levels are distinguished: the pupil, the teacher and the learning environment, and the school. Questions to be answered, concerned the effects on the pupils' amount of time on task and on the amount of pupil-pupil, and pupil-teacher interaction during the lessons, the learning gains acquired by the use of multimedia, the gains in pupils' information skills, and the pupils' opinions about learning in multimedia learning environments. Also, the impact on the teachers' task and the way that is experienced, and the question whether the learning environments meet the expectations, were assessed in the evaluation. Finally, the assessment had to provide information about the consequences at the school level and the extent to which the innovation was implemented in the school. The assessment consisted of various research techniques and activities: pupils' questionnaires, learning gain tests, information skills gain tests, classroom observations, video registrations, and interviews with teachers, system operators, and school management. The nature of the study was comparative, with a design consisting of an experimental group and a control group. While the experimental group used multimedia in geography education, the control group was taught in the 'regular' way.

Here is a brief review of some results of the evaluation study:

Pupil level

The classroom observations show significantly more procedural on-task behaviour during lessons in the experimental group than during lessons in the control group, mainly at the cost of the academic on-task behaviour (directed at the learning content). This may partly be explained by the additional amount of explanation by the teacher in the experimental group about the tasks that had to be performed. These explanations didn't only refer to working with multimedia, but also to different didactic procedures than the pupils were used to. Moreover, in the experimental group significant differences in task behaviour were noted between subsequent lesson sequences. During the first lesson sequence, designed according to the instructional learning paradigm, pupils were more engaged in academic on-task behaviour than during lessons that were based on the revelatory or the conjectural paradigm. In these latter two lesson sequences the amount of procedural on-task behaviour was relatively large. Overall, there was considerably more interaction between pupils in

the experimental group than in the control group. There was also more interaction between the teacher and the observed pupils in the experimental group.

The pre- and post-test results don't show any differences between the experimental group and the control group in the effects on learning achievement that are worth mentioning. The same applies to the effects on the pupils' information processing skills.

Particularly during the first two lesson sequences of *Pilot School New Media*, in the second grade, many pupils enjoyed learning by multimedia. After two years of working with multimedia however, the enthusiasm of many girls seems to have declined. Meanwhile, some of the boys in the third grade judge less positive than the boys in grade two as well. The pupils' opinions about the clearness of the applications have become less positive as well after four lesson sequences. This applies especially to girls. It seems that the development towards a more open-ended learning environment in the third and fourth lesson sequence has not been appreciated by all pupils. Most of the pupils are satisfied with the working together with class mates while using multimedia. Most of the girls prefer working together with other pupils. The boys are less determined at this point. Some of them prefer working alone, whilst other like to work together.

Teacher and learning environment level

The lesson preparation turned out to take a lot of more time than teachers were used to, especially during the starting period of the project. The organization of and the activities conducted during the lessons differed considerably from regular geography lessons. Partly this may be due to different didactic procedures and ways of grouping pupils during working with multimedia. The teachers experienced the lack of elaborated possibilities for internal differentiation in the multimedia applications as a serious problem. Apart from this, they considered it to be more difficult during the experimental lessons to keep an overview of the learning progress the pupils made. The teachers felt that their role had become a less central one in the process of knowledge transfer. Nevertheless, their opinion was that their task had become more attractive by the implementation of multimedia in the lessons. After the project was finished, the teachers kept on using the multimedia learning environments, although they made some alterations. Especially those elements with the strongest characteristics of enriched learning environments, were skipped or given more structure.

School level

After two years of *Pilot School New Media* the consequences at the school level still weren't very clear. It was expected though, that the interest in the use of multimedia in the school would increase. Three years after the project had finished, several developments and plans with respect to information technology and multimedia were noted. The actual use of multimedia was however, with rare exceptions, still restricted to the geography department.

In conclusion

Multimedia learning environments provide ways of teaching pupils to process (large amounts of) information independently. Because of the growing importance of information processing skills, it is obvious that pupils should be made familiar with these skills at school. It is probable that effects may not be expected until this is applied at a larger scale than in *Pilot School New Media* could be realized. At this point the conclusion can be drawn that in this project pupils learned to use multimedia learning environments whilst this did not lead to negative influences on their learning achievement. The evaluation study puts forward that positive effects on pupils' motivation may especially be expected in relatively structured learning environments. A development towards a more open-ended environment leads to a stronger decline of motivation with the girls than with the boys.

The evaluation results show that the implementation in the first grades of secondary education of enriched multimedia learning environments requires extra attention. Working with these kinds of learning environments presupposes a change of attitude by teachers as well as by pupils. Pupils should get used to applying different study strategies. Teachers should encourage pupils to a more active attitude, without being too supportive themselves.

Literatuur

- Aanholt, Th.C.C.M. van, & Smeets, E.F.L. (1991). *Proefschoon Nieuwe Media. Deelrapport ITS*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Aarntzen, B.M.H. (1994). *Audio in interactive tutorial courseware: Methodological and design guidelines*. Academisch proefschrift. Enschede: Universiteit Twente.
- Allen, B.S., & Hoffman, R.P. (1993). Varied Levels of Support for Constructive Activity in Hypermedia-Based Learning Environments. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (pp. 261-290). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Arnove, M.P., Grabowski, B.L., & Rynd, C.P. (1994). Curiosity as a Personality Variable Influencing Learning in a Learner Controlled Lesson With and Without Advisement. *Educational Technology Research & Development*, 42 (1), 5-20.
- Atkins, M.J. (1993). Theories of learning and multimedia applications: an overview. *Research Papers in Education*, 8 (2), 251-271.
- Atkins, M., & Blissett, G. (1989). Learning activities and interactive videodisc: an exploratory study. *British Journal of Educational Technology*, 20 (1), 47-56.
- Atkins, M., & Blissett, G. (1992). Interactive Video and Cognitive Problem-Solving Skills. *Educational Technology*, 32 (1), 44-50.
- Bandura A. (1978). The self system in reciprocal determinism. *American Psychologist*, 33, 344-358.
- Beckum, J. van (1989). *Over computers, COL's en lesplanning*. Lesgeven met de computer, modulereeks aardrijkskunde. Basisteksten. Zeist: Uitgeverij NIB.
- Beckum, J. van (1991). Theoretisch kader voor een Proefschoon Nieuwe Media. In: C. van der Burg, & M. de Wit (Red.), *Proefschoon Nieuwe Media. Deelrapport Geografie voor Educatie* (pp. 11-35). Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Beckum, J. van, Blankman, M., Burg, C. van der, & Kouwenberg, P. (1991). Het ontwerpen van de applicaties. In: C. van der Burg, & M. de Wit (Red.), *Proefschoon Nieuwe Media. Deelrapport Geografie voor Educatie* (pp. 49-76). Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Bednar, A.K., Cunningham, D., Duffy, T.M., & Perry, J.D. (1991). Theory into Practice. How Do We Link? In: G. Anglin (Ed.), *Instructional Technology. Past, Present, and Future* (pp. 88-101). Englewood, Colorado: Libraries Unlimited, Inc.

- Beentjes, J.W.J. (1989). Learning from Television and Books: A Dutch Replication Study Based on Salomon's Model. *Educational Technology Research & Development*, 37 (2), 47-58.
- Berg, R. van, & Vandenbergh, R. (1981). *Onderwijsinnovatie in verschuivend perspectief*. Tilburg: Zwijssen.
- Bertolucci, J. (1995). Full-Screen Video Comes to PCs at Full Speed. *PC World*, 13 (3), 66-68.
- Blanckesteijn, H. (1995). Multimedia etcetera. Overzicht van de digitale schijven. *Telelezen Magazine*, 2 (2), 6-10.
- Boekaerts, M., & Simons, P.R.J. (1993). *Leren en instructie. Psychologie van de leerling en het leerproces*. Assen: Dekker & van de Vegt.
- Borsboom, A.M.R., Bosch, W.G., & Verhagen, P.W. (1988). *Voorstudie proefschole nieuwe media*. Enschede: Onderzoekcentrum Toegepaste Onderwijskunde, Universiteit Twente.
- Borsook, T.K., & Higginbotham-Wheat, N. (1991). Interactivity: What Is It and What Can It Do for Computer-Based Instruction? *Educational Technology*, 31 (10), 11-17.
- Bosco, J. (1984). Interactive Video: Educational Tool or Toy? *Educational Technology*, 24 (4), 13-19.
- Bosco, J. (1986). An Analysis of Evaluations of Interactive Video. *Educational Technology*, 26 (5), 7-17.
- Bosco, J., & Wagner, J. (1988). A Comparison of the Effectiveness of Interactive Laser Disc and Classroom Video Tape for Safety Instruction of General Motors Workers. *Educational Technology*, 28 (6), 15-22.
- Bransford, J.D., Sherwood, R.D., Hasselbring, T.S., Kinzer, C.K., & Williams, S.M. (1990). Anchored Instruction: Why We Need It and How Technology Can Help. In: D. Nix, & R. Spiro (Eds.), *Cognition, Education, Multimedia. Exploring Ideas in High Technology* (pp. 115-141). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Branson, R.K. (1988). *Educational Uses of Interactive Video Discs in the United States*. Parijs: European Institute of Education and Social Policy.
- Brouwers, J.S.G. (1991). *Proefschoole Nieuwe Media. Eindrapport - NIAM*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Brown, A.L., & Palincsar, A.S. (1989). Guided, Cooperative Learning and Individual Knowledge Acquisition. In: L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, Learning, and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser* (pp. 393-451). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Brown, J. (1995). Attracting girls to information technology. In: J.D. Tinsley, & T.J. van Weert (Eds.), *World Conference on Computers in Education VI, WCCE '95, Liberating the Learner* (pp. 263-270). London: Chapman & Hall.
- Brown, J.S, Collins, A., & Duguid, P. (1989a). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.
- Brown, J.S, Collins, A., & Duguid, P. (1989b). Debating the situation: A rejoinder to Palincsar and Wineburg. *Educational Researcher*, 18 (4), 10-12.
- Burg, C. van der, & Wit, M. de (Red.) (1991a). *Proefschool Nieuwe Media. Deelrapport Geografie voor Educatie*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Burg, C. van der, & Wit, M. de (Red.) (1991b). *Proefschool Nieuwe Media. Bijlage deelrapport Geografie voor Educatie, produktbeschrijvingen*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Burwell, L.B. (1991). The Interaction of Learning Styles with Learner Control Treatments in an Interactive Videodisc Lesson. *Educational Technology*, 31 (3), 37-42.
- Busch, T. (1995). Gender Differences in Self-Efficacy and Attitudes toward Computers. *Journal of Educational Computing Research*, 12 (2), 147-158.
- Buuren, J.A., & Valcke, M.M.A. (1993). Ontwikkeling en Implementatie van Interactieve Leeromgevingen. Introductie op het symposium. In: *ORD-symposium Ontwikkeling en implementatie van interactieve leeromgevingen* (p. 2). Onderwijsresearchdagen 1993. Heerlen: Onderwijstechnologisch Innovatiecentrum OTIC, Open universiteit.
- Campbell, D.T., & Stanley, J.C. (1971). Experimental and quasi experimental designs for research on teaching. In: N.L. Gage (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (pp. 171-246). Chicago: Rand McNally.
- Camstra, B. (1992). Interactief opleiden in Nederland. Verleden, heden, toekomst. *Opleiding & Ontwikkeling*, 5 (10), 12-16.
- Carleer, G.J., Diana, I.P.F. de, Dijkstra, S., Doornekamp, B.G., Kommers, P.A.M., Leemkuil, H.H., Moonen, J.C.M.M. (Red.), Vlas, W.D.J., & Vries, S.A. de (1993). *Is er toekomst voor computers in het voortgezet onderwijs?* Eindrapport van het project Proefstation Oost-Nederland bij Toegepaste Onderwijskunde. De Lier: Academisch Boeken Centrum.
- Cates, W.M. (1992). Fifteen Principles for Designing More Effective Instructional Hypermedia/Multimedia Products. *Educational Technology*, 32 (12), 5-11.
- Cennamo, K.S. (1993a). Student's Perceptions of the Ease of Learning from Computers and Interactive Video: An Exploratory Study. *Journal of Educational Technology Systems*, 21 (3), 251-263.

- Cennamo, K.S. (1993b). Learning from Video: Factors Influencing Learners' Preconceptions and Invested Mental Effort. *Educational Technology Research & Development*, 41 (3), 33-45.
- Cerych, L., & Jallade, J.-P. (1988). *Interactive Videodisks (IVD) in Education: an assessment based on experiments in the U.S. and the U.K.* Paris: European Institute of Education and Social Policy.
- Choi, J., & Hannafin, M. (1995). Situated Cognition and Learning Environments: Roles, Structures, and Implications for Design. *Educational Technology Research & Development*, 43 (2), 53-69.
- CITO (1990). *Opgavenbank Studievaardigheden voor brugperiode VO. Informatie voor docenten*. Arnhem: CITO, Instituut voor Toetsontwikkeling.
- Clark, R.E. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 54 (4), 445-460.
- Clark, R.E. (1985). Confounding in educational computing research. *Journal of Educational Computing Research*, 1 (2), 28-42.
- Clark, R.E. (1991). When Researchers Swim Upstream: Reflections on an Unpopular Argument About Learning from Media. *Educational Technology*, 31 (2), 34-40.
- Clark, R.E. (1994). Media Will Never Influence Learning. *Educational Technology Research and Development*, 42 (2), 21-29.
- Clark, R.E., & Craig, T.G. (1992). Research and Theory on Multi-Media Learning Effects. In: M. Giardina (Ed.), *Interactive Multimedia Learning Environments. Human Factors and Technical Considerations on Design Issues* (pp. 19-30). Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Clark, R.E., & Salomon, G. (1986). Media in teaching. In: M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching, Third Edition*. New York: Macmillan.
- Clark, R.E., & Sugrue, B.M. (1990). North American disputes about research on learning from media. *International Journal of Educational Research*, 14 (6), 1990, 507-520.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990). Anchored Instruction and Its Relationship to Situated Cognition. *Educational Researcher*, 19 (6), 2-10.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991a). Technology and the Design of Generative Learning Environments. *Educational Technology*, 31 (5), 34-40.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991b). Some Thoughts About Constructivism and Instructional Design. *Educational Technology*, 31 (9), 16-18.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992a). The Jasper Experiment: An Exploration of Issues in Learning and Instructional Design. *Educational Technology Research and Development*, 40 (1), 65-80.

- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992b). The Jasper Series as an Example of Anchored Instruction: Theory, Program Description, and Assessment Data. *Educational Psychologist*, 27 (3), 291-315.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1993a). Designing Learning Environments That Support Thinking: The Jasper Series as a Case Study. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (pp. 9-36). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1993b). Anchored Instruction and Situated Cognition Revisited. *Educational Technology*, 33 (3), 52-70.
- Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20 (1), 37-46.
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In: L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, Learning, and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Collis, B., & Vries, P. de (1991). *Vooronderzoek telematica in het onderwijs. Telematica in het voortgezet onderwijs*. Universiteit Twente: Faculteit der Toegepaste Onderwijskunde.
- Conklin, J. (1987). Hypertext: A Survey and introduction. *IEEE Computer*, 20 (9), 17-41.
- Cook, T., & Campbell, D. (1979). *Quasi-experimentation. Design and Analysis Issues for Field Settings*. Chicago: Rand McNally.
- Corte, E. de (1990). Ontwerpen van krachtige leeromgevingen. In: M.J. Ippel, & J.J. Elshout (Red.), *Training van hogere-orde denkprocessen* (pp. 133-147). Bijdragen aan de onderwijsresearch, nr. 32. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Corte, E. de, Geerligs, C.T., Lagerweij, N.A.J., Peters, J.J., & Vandenbergh, R. (1976). *Beknopte didaxologie*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Croll, P. (1986). *Systematic Classroom Observation*, London/Philadelphia: The Falmer Press.
- Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Cunningham, D.J. (1991). Assessing Constructions and Constructing Assessments: A Dialogue. *Educational Technology*, 31 (5), 13-17.
- Dalton, D.W., & Hannafin, M.J. (1986). *The Effects of Video-Only, CAI Only, and Interactive Video Instructional Systems on Learner Performance and Attitude: An Exploratory Study*. Paper presented at the Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Las Vegas.

- Daynes, R. (1984). Who, what, where, why, and how much of videodisc technology. In: R. Daynes, & B. Butler (Eds.), *The videodisc book*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Dede, C. (1995). The Evolution of Constructivist Learning Environments: Immersion in Distributed, Virtual Worlds. *Educational Technology*, 35 (5), 46-52.
- Dekkers, H. (in druk). Onderwijs en sekse. Verschijnt in: *Onderwijskundig lexicon*.
- Dick, W. (1991). An Instructional Designer's View of Constructivism. *Educational Technology*, 31 (5), 41-44.
- Dols, M. (1992). QuickTime. Media-integratie begint vorm te krijgen. *Software Magazine*, (10), 56-59.
- Doornekamp, B.G., Cremers-van Wees, L.M.C.M., & Vlas, W.D.J. (1992). *Computers in het onderwijs: op weg naar een nieuwe schoolorganisatie*. Voortgangsrapport schooljaar 1990/1991. Enschede: Onderzoekcentrum Toegepaste Onderwijskunde, Universiteit Twente.
- Doulton, A. (1984). Interactive Video in Training. *Media in Education and Development*, december 1984, 205-206.
- Dousma, T., & Horsten, A. (1980). *Tentamineren*. Utrecht/Antwerpen: Uitgeverij Het Spectrum.
- Duffy, T.M., & Bednar, A.K. (1991). Attempting to Come to Grips with Alternative Perspectives. *Educational Technology*, 31 (9), 12-15.
- Duffy, T.M., & Jonassen, D.H. (1991). Constructivism: New Implications for Instructional Technology? *Educational Technology*, 31 (5), 7-12.
- Duffy, T.M., & Knuth, R.A. (1990). Hypermedia and Instruction: Where is the match? In: D. Jonassen, & H. Mandl (Eds.), *Designing Hypermedia for Learning* (pp. 199-225). Berlin: Springer Verlag.
- Dumoulin, Th. (1989). Het glimt en is interactief. *COS*, 1 (5), 6-9.
- Elen, J., & Lowyck, J. (1995). *Instructional knowledge of university students: relevance of the mediating paradigm to instructional design*. Paper presented at the 6th European Conference for Research on Learning and Instruction, August 1995, Nijmegen.
- EMC (1991). *Rapport van het evaluatie-onderzoek Project Proefschoon Nieuwe Media*. Houten: EMC.
- Engelkamp, J. (1991). Bild und Ton aus der Sicht der kognitiven Psychologie. *Medienpsychologie*, 3 (4), 278-300.
- Esichaikul, V., Smith, R.D., & Madey, G.R. (1994). The Impact of Learning Style on Problem-Solving Performance in a Hypertext Environment. *Hypermedia*, 6 (2), 101-110.

- Evertson, C.M., Emmer, E.T., & Clements, B.S. (1980). *Report of the methodology, rationale and instrumentation of the Junior High Classroom Organization Study*. Austin: University of Texas, Research and Development Center for Teacher Education.
- Feldman, T. (1991). Multimedia Products: the Market and Applications. In: M. Fee-ney, & S. Day (Eds.), *Multimedia Information* (pp. 207-215). London: Bowker-Saur.
- Flagg, B.N. (1990). *Formative Evaluation for Educational Technologies*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fletcher, J.F. (1990). *Effectiveness and cost of interactive videodisc instruction in defense training and education*. Alexandria, VA: Institute for Defense Analyses.
- Fosnot, C. (1992). Constructing Constructivism. In: T.M. Duffy, & D.H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction. A Conversation* (pp. 167-176). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Franssen, H., Roelofs, E., & Terwel, J. (1995). Authentiek leren in de basisvorming. *Pedagogisch Tijdschrift*, 20 (4/5), 293-312.
- Frau, E., Midoro, V., & Pedemonte, G.M. (1992). Do Hypermedia Systems Really Enhance Learning? A Case Study on Earthquake Education. *Educational and Training Technology International*, 29 (1), 42-51.
- Fullan, M.G. (1982). *The meaning of educational change*. New York: Teacher College Press.
- Fullan, M.G. (1991). *The new meaning of educational change*. London: Cassell Educational Limited.
- Fuller, R. (1987). The Use of Interactive Video-discs for Teaching Physics. In: A. Jones, E. Scanlon, & T. O'Shea (Eds.), *The Computer Revolution in Education* (pp. 143-152). Brighton: Harvester Press.
- Galbreath, J. (1992). The Educational Buzzword of the 1990's: Multimedia, or Is It Hypermedia, or Interactive Multimedia, or ...? *Educational Technology*, 32 (4), 15-19.
- Galbreath, J. (1993). The Optical Disc Roundup. *Educational Technology*, 33 (12), 34-36.
- Gardner, H. (1991). *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*. New York: Basic Books.
- Gelder, L. van, Peters, J.J., Oudkerk Pool, Th., & Sixma, J. (Red.)(1971). *Didactische analyse*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Goes, H.A.M. (Red.) (1991). *Proefschoon Nieuwe Media. Deelrapport Niels Stensen College*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Goirlese werkgroep, De (1985). *Werk aan de wereld, 2. Aardrijkskundemethode voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs*. Den Bosch: Malmberg.

- Goirlese werkgroep, De (1986). *Werk aan de wereld, 3. Aardrijkskundemethode voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs*. Den Bosch: Malmberg.
- Graauw, C. de (1990). *Wat zie ik? Het observeren van onderwijsleerprocessen met een microcomputer*. Paper voor de Onderwijsresearchdagen 1990. Nijmegen: Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen.
- Gwyn, R. (1988). *Current Uses of Interactive Video in Education and Training in the United Kingdom*. Paris: European Institute of Education and Social Policy.
- Habraken, J.C.A. (Red.) (1990a). *Geonline. Verslag van een onderzoek naar het gebruik van on-line informatie in het aardrijkskunde-onderwijs in AVO/VWO, deel 1*. Den Bosch: Uitgeverij Malmberg.
- Habraken, J.C.A. (Red.) (1990b). *Geonline. Verslag van een onderzoek naar het gebruik van on-line informatie in het aardrijkskunde-onderwijs in AVO/VWO, deel 2*. Den Bosch: Uitgeverij Malmberg.
- Halfhill, T.R. (1995). The New PC. *Byte*, 20 (10), 52-64.
- Hannafin, M.J. (1984). Guidelines for using locus of instructional control in the design of computer-assisted instruction, *Journal of Instructional Development*, 7 (3), 6-10.
- Hannafin, M.J. (1992). Emerging Technologies, ISD, and Learning Environments: Critical Perspectives. *Educational Technology Research and Development*, 40 (1), 49-63.
- Hannafin, M.J., & Colamaio, M.E. (1987). *The Effects of Locus of Instructional Control and Practice on Learning from Interactive Video*. Paper presented at the Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Atlanta.
- Hannafin, M.J., Hall, C., Land, S., & Hill, J. (1994). Learning in Open-Ended Environments: Assumptions, Methods, and Implications. *Educational Technology*, 34 (8), 48-55.
- Hannafin, R.D., & Freeman, D.J. (1995). An Exploratory Study of Teachers' Views of Knowledge Acquisition. *Educational Technology*, 35 (1), 49-56.
- Hannafin, R.D., & Savenye, W.C. (1993). Technology in the Classroom: The Teacher's New Role and Resistance to It. *Educational Technology*, 33 (6), 26-31.
- Harlaar, P., & Selms, P.M.A. van (1994). Interactieve multimedia voor opleidingen. Miljardenmarkt met beperkingen. *Gids voor Personeelsmanagement*, 73 (5), 29-32.
- Harland, M. (1991). Learning through Browsing: Observations on the Production of Self-directed Learning Systems for Language Students. In: A. Oliveira (Ed.), *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help* (pp. 79-90). Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

- Harley, S. (1993). Situated Learning and Classroom Instruction. *Educational Technology*, 33 (3), 46-51.
- Hawkins, J., Sheingold, K., Gearhart, M., & Berger, C. (1982). Microcomputers in Schools: Impact on the Social Life of Elementary Classrooms. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 3, 361-373.
- Hazen, M. (1985). Instructional Software Design Principles. *Educational Technology*, 25 (11), 18-23.
- Helsel, S. (1992). Virtual Reality and Education. *Educational Technology*, 32 (5), 38-42.
- Hodges, M.E., & Sasnett, R.M. (1993). *Multimedia Computing: Case Studies from MIT Project Athena*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Hoeven-van Doornum, A.A. van der, & Simons, P.R.J. (1994). *Transfervermogen en instructie*. Nijmegen: Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen.
- Honebein, P.C., Duffy, T.M., & Fishman, B.J. (1993). Constructivism and the Design of Learning Environments: Context and Authentic Activities for Learning. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (pp. 87-108). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Hopkins, K.D., & Stanley, J.C. (1981). *Educational and Psychological Measurement and Evaluation, Sixth Edition*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Ihne, M., & Steidle, C. (1995). "Ein Bild sagt mehr als tausend Worte....?" Paper gepresenteerd tijdens de Didacta 95 te Düsseldorf.
- Jacobson, M.J., & Spiro, R.J. (1995). Hypertext Learning Environments, Cognitive Flexibility, and the Transfer of Complex Knowledge: An Empirical Investigation. *Journal of Educational Computing Research*, 12 (4), 301-333.
- Jih, H.J., & Reeves, T.C. (1992). Mental Models: A Research Focus for Interactive Learning Systems. *Educational Technology Research and Development*, 40 (3), 39-53.
- Jonassen, D.H. (1989). *Hypertext/Hypermedia*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Jonassen, D.H. (1991a). Evaluating Constructivistic Learning. *Educational Technology*, 31 (9), 28-33.
- Jonassen, D.H. (1991b). Objectivism versus Constructivism: Do We Need a New Philosophical Paradigm? *Educational Technology Research and Development*, 39 (3), 5-14.
- Jonassen, D.H. (1993). Thinking Technology. The Trouble with Learning Environments. *Educational Technology*, 33 (1), 35-37.

- Jonassen, D.H., & Grabinger, R.S. (1990). Problems and Issues in Designing Hypertext/Hypermedia for Learning. In: D. Jonassen, & H. Mandl (Eds.), *Designing Hypermedia for Learning* (pp. 3-25). Berlin: Springer-Verlag.
- Jonassen, D., Mayes, T., & McAleese, R. (1993). A Manifesto for a Constructivist Approach to Uses of Technology in Higher Education. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (pp. 231-247). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Jong, F.P.C.M. de (1994). A Constructivist, Technology-Enriched Learning Environment and the Claim on Students Self-Regulation. In: G. Gibbs (Ed.), *Improving Student Learning: Theory and Practice* (pp. 340-358). Oxford: Brookes University.
- Jong, F.P.C.M. de, & Mensink, J.G.B. (1994). *Scherp of niet scherp ...: Een onderzoek naar het gebruik van een schietsimulator*. Amersfoort: Landelijk Selectie- en Opleidingsinstituut Politie.
- Jong, F.P.C.M. de, & Smeets, E.F.L. (1993). *Kenmerken van krachtige leeromgevingen*. Onderzoeksvoorstel. Nijmegen: Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen.
- Jonker, V., & Galen, F. van (1991). De ontwikkeling van een interactieve video voor de reken-wiskunde didactiek van het basisonderwijs. In: J.J. Beishuizen (Red.), *Onderwijsresearchdagen 1991. Technologie* (pp. 63-75). Amsterdam: Stichting Centrum voor Onderwijsonderzoek van de Universiteit van Amsterdam.
- Kanselaar, G., & Vogelzang, F. (1995). *Ontwikkelingen in nieuwe media voor het moderne vreemde-talenonderwijs*. Enschede: Nationaal Actieprogramma Moderne Vreemde Talen.
- Kemenade, J.A. van (Red.) (1981). *Onderwijs: Bestel en Beleid*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Keus, E. (1995). *Digitale steden aan de elektronische snelweg. Een revolutie in communicatie*. Den Haag: Stichting Maatschappij en Onderneming.
- Klein, J.D., & Pridemore, D.R. (1992). Effects of Cooperative Learning and Need for Affiliation on Performance, Time on Task, and Satisfaction. *Educational Technology Research and Development*, 40 (4), 39-47.
- Kluivers, R. (1990). Bewegende beelden, geluid en graphics. *Personal Computer Magazine*, oktober 1990, 116-120.
- Köhler, W., & Saerbeck, B. (1991). Nutzung von Datenbanken als Medien im Fachunterricht. Ergebnisse aus dem Modellversuch MODIS. In: P. Gorny (Hrsg.), *Informatik und Schule 1991. Informatik: Wege zur Vielfalt beim Lehren und Lernen. GI-Fachtagung, Oldenburg, 7.-9. Oktober 1991. Proceedings* (pp. 142-148). Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

- Kozma, R.B. (1991). Learning with media. *Review of Educational Research*, 61 (2), 179-211.
- Kozma, R.B. (1994). Will Media Influence Learning? Reframing the Debate. *Educational Technology Research and Development*, 42 (2), 7-19.
- Krendl, K.A., & Broihier, M. (1992). Student Responses to Computers: A Longitudinal Study. *Journal of Educational Computing Research*, 8 (2), 215-227.
- Knuth, R.A., & Cunningham, D.J. (1993). Tools for Constructivism. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (pp. 163-188). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Kulik, J.A., Bangert, R.L., & Williams, G.W. (1983). Effects of Computer-Based Teaching On Secondary School Students. *Journal of Educational Psychology*, 75 (1), 19-26.
- Lagerweij, N.A.J., Kanselaar, G., Kok, W.A.M., Veen, J.M. van der, & Wessum, L. van (1992). *School en nieuwe media*. Zoetermeer: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.
- Latchem, C., Williamson, J., & Henderson-Lancett, L. (Eds.) (1993). *Interactive Multimedia. Practice and Promise*. London: Kogan Page Limited.
- Laurillard, D.M. (1984). Interactive Video and the Control of Learning. *Educational Technology*, 24 (6), 7-15.
- Laurillard, D. (1987). Pedagogical design for interactive video. In: D. Laurillard (Ed.), *Interactive Media: working methods and practical applications* (pp. 74-90). Chichester: Ellis Horwood Limited.
- Lebow, D. (1993). Constructivist Values for Instructional Systems Design: Five Principles Toward a New Mindset. *Educational Technology Research and Development*, 41 (3), 4-16.
- Leemkuil, H. (1995). *De inzet van interactieve video bij het vak rekenen/wiskunde-didactiek op de Pabo*. Enschede: Onderzoekcentrum Toegepaste Onderwijskunde, Universiteit Twente.
- Lington, H., Berkenbosch, J., Meijer, J., Riemersma, F., & Stouthart, M. (1985). *Informatievaardigheden? Dat zoeken we op!. De ontwikkeling van een meetinstrument voor de evaluatie van het voortgezet onderwijs 1e fase*. Amsterdam: Stichting Centrum voor Onderwijsonderzoek van de Universiteit van Amsterdam.
- Lodewijks, J.G.L.C. (1993). *De kick van het kunnen. Over arrangement en engagement bij het leren*. Inaugurele rede. Tilburg: MesoConsult.
- Lodewijks, J.G.L.C. (1994). Het inrichten van krachtige leeromgevingen. In: P.R.J. Simons, & J.G.G. Zuylens (Red.), *Actief en zelfstandig studeren in de tweede fase. Onderwijskundige en organisatorische vormgeving* (pp. 150-161). Tilburg: MesoConsult.

- Looms, P.O. (1993). Interactive multimedia in education. In: C. Latchem, J. Williamson, & L. Henderson-Lancett (Eds.), *Interactive Multimedia. Practice and Promise* (pp. 115-134). London: Kogan Page Limited.
- Lowyck, J. (1995). Didactische werkvormen en media. In: J. Lowyck, & N. Verloop (Red.), *Onderwijskunde. Een kennisbasis voor professionals* (pp. 215-247). Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Lowyck, J., & Elen, J. (1992). Hypermedia for Learning Cognitive Instructional Design. In: A. Oliveira (Ed.), *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help* (pp. 131-144). Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Maas, H., & Toorn, T. van der (1992). Terug naar de didactiek. Een onderwijskundige visie op verantwoorde mediakeuze. *Opleiding & Ontwikkeling*, 5 (10), 33-38.
- MacDonald, B., Atkin, R., Jenkins, D., & Kemmis, S. (1977). The educational evaluation of NDPCAL. *British Journal of Educational Technology*, 8 (3).
- Maddux, C.D. (1994). The Internet: Educational Prospects - and Problems. *Educational Technology*, 34 (7), 37-42.
- Madhumita, & Kumar, K.L. (1995). Twenty-one Guidelines for Effective Instructional Design. *Educational Technology*, 35 (3), 58-61.
- Mashiter, J. (1989). Video Discs for Interactive Learning. In: P. Barker (Ed.), *Multimedia Computer Assisted Learning* (pp. 194-209). London: Kogan Page Ltd.
- Mayes, J.T. (1992). The 'M-Word': Multimedia Interfaces and Their Role in Interactive Learning Systems. In: A. Edwards, & S. Holland (Eds.), *Multimedia Interface Design in Education* (pp. 1-22). Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- McNeil, B., & Nelson, K. (1991). Meta-Analysis of Interactive Video Instruction: A 10 Year Review of Achievement Effects. *Journal of Computer Based Instruction*, 18 (1), 1-6.
- Mellin, C. (1987). *A prototype Science Interactive Videodisc: Research on In-school Use. Technical Report*. Cambridge, Massachusetts: Educational Technology Center, Harvard Graduate School of Education.
- Merrill, M.D. (1991). Constructivism and Instructional Design. *Educational Technology*, 31 (5), 45-53.
- Miller, D.C. (1987). CD ROM Joins the New Media Homesteaders. *Educational Technology*, 27 (3), 33-35.
- Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen (1989). *Voortgangsrapportage inzake nieuwe media in het onderwijs 1988*. Zoetermeer: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.
- Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen (1992). *Eindverslag beleid nieuwe media in het Nederlandse Onderwijs 1987-1991*. Zoetermeer: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.

- Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen (1993). *There's no problem like: NO PROBLEM*. Zoetermeer: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.
- Molenda, M. (1991). A Philosophical Critique of the Claims of "Constructivism". *Educational Technology*, 31 (9), 44-48.
- Mooij, T. (1987). *Interactional multi-level investigation into pupil behaviour, achievement, competence, and orientation in educational situations*. Academisch proefschrift. 's-Gravenhage: Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs SVO.
- Mooij, T. (1990a). *Leerprocessen en effecten van de computerprogramma's bij 'Veilig leren lezen'*. Nijmegen: Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen.
- Mooij, T. (1990b). Effecten van computerprogramma's op ontwikkeling in leesprestaties. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 15 (5), 285-300.
- Mooij, T. (1994). Leerlingverschillen in leerstoflijnen. In: P.R.J. Simons, & J.G.G. Zuylen (Red.), *Actief en zelfstandig studeren in de tweede fase. Onderwijskundige en organisatorische vormgeving* (pp. 162-174). Tilburg: MesoConsult.
- Mooij, T. (1995a). *Helen Parkhurst en onderwijs. Speel/leerstoflijnen van zwak- tot en met hoogbegaafd*. Dalton-opleiding moduul V. Havelte: Stichting Dalton Nederland.
- Mooij, T. (1995b). *Student differences and instructional optimalization*. Paper presented at the 6th European Conference for Research on Learning and Instruction, August 1995, Nijmegen.
- Moonen, J., & Collis, B. (1991). *Multimedia in het onderwijs: een verkenning*. Enschede: Faculteit Toegepaste Onderwijskunde, Vakgroep Instrumentatietechnologie, Universiteit Twente.
- Morrison, G.R. (1994). The Media Effects Question: "Unresolvable" or Asking the Right Question. *Educational Technology Research and Development*, 42 (2), 41-44.
- Nadeau, M. (1995). DVD May Eventually Threaten VCRs. High-Density CD-ROM. *Byte*, 20 (12), 38.
- NIAM (1989a). *Proefschoon Nieuwe Media. Plan van Aanpak*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- NIAM (1989b). *Proefschoon Nieuwe Media. Tussenrapportage oktober 1989*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- NIAM (1990a). *Proefschoon Nieuwe Media. Tussenrapportage februari 1990*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- NIAM (1990b). *Proefschoon Nieuwe Media. Tussenrapportage augustus 1990*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- NIAM (1991). *Proefschoon Nieuwe Media. Tussenrapportage januari 1991*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.

- Noell, J., & Carnine, D. (1989). Group and Individual Computer-Assisted Video Instruction. *Educational Technology*, 29 (1), 36-37.
- Nolthuis, J. (1992). 'Rights in the Mirror': An interactive video drama programme about human rights education. In: A. Edwards, & S. Holland (Eds.), *Multimedia Interface Design in Education* (pp. 35-44). Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Nugent, G.C. (1987). Innovations in Telecommunications. In: R.M. Gagné (Ed.), *Instructional Technology: Foundations* (pp. 261-282). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Oliver, R., & Perzylo, L. (1994). Children's Information Skills: Making Effective Use of Multimedia Sources. *Educational and Training Technology International*, 31 (3), 219-230.
- Paine, N., & McAra, P. (1993). Interactive multimedia technology: A summary of current developments. In: C. Latchem, J. Williamson, & L. Henderson-Lancett (Eds.), *Interactive Multimedia. Practice and Promise* (pp. 39-56). London: Kogan Page Limited.
- Pantelidis, V.S. (1993). Virtual Reality in the Classroom. *Educational Technology*, 33 (4), 23-27.
- Park, I., & Hannafin, M.J. (1993). Empirically-Based Guidelines for the Design of Interactive Multimedia. *Educational Technology Research and Development*, 41 (3), 63-85.
- Park, O (1991). Hypermedia: Functional Features and Research Issues. *Educational Technology*, 31 (8), 24-31.
- Pease-Alvarez, L., & Vásquez, O.A. (1990). Sharing language and technical expertise around the computer. In: C.J. Faltis, & R.A. DeVillar (Eds.), *Language minority students and computers* (pp. 91-107). Binghamton, NY: Haworth.
- Pellegrino, J.W. (1994). Generative Learning and Anchored Instruction: Design, Research and Implementation Issues. In: B.P.M. Creemers, & G.J. Reezigt (Eds.), *New Directions in Educational Research: Contributions from an International Perspective* (pp. 33-61). Groningen: ICO.
- Perkins, D.N. (1991a). Technology Meets Constructivism: Do They Make a Marriage? *Educational Technology*, 31 (5), 18-23.
- Perkins, D.N. (1991b). What Constructivism Demands of the Learner. *Educational Technology*, 31 (9), 19-21.
- Preston, G.D. (1995). The effects of age on gender stereotyping of computing. In: J.D. Tinsley, & T.J. van Weert (Eds.), *World Conference on Computers in Education VI, WCCE '95, Liberating the Learner* (pp. 253-261). London: Chapman & Hall.
- Pryor, J. (1995). Gender Issues in Groupwork - A case study involving work with computers. *British Educational Research Journal*, 21 (3), 277-288.

- Ralston, G. (1991). Hypermedia ... not Multimedia. *The Expanded Desktop*, 1 (4).
- Reeves, T.C. (1986). Research and evaluation models for the study of interactive video. *Journal of Computer-Based Instruction*, 13 (4), 102-106.
- Reeves, T.C. (1990). Redirecting Evaluating of Interactive Video: The Case for Complexity. *Studies in Educational Evaluation*, 16 (1), 115-131.
- Reeves, T.C. (1992). Evaluating Interactive Multimedia. *Educational Technology*, 32 (5), 47-53.
- Reeves, T.C. (1993). Research support for interactive multimedia: Existing foundations and new directions. In: C. Latchem, J. Williamson, & L. Henderson-Lancett (Eds.), *Interactive Multimedia. Practice and Promise* (pp. 79-96). London: Kogan Page Limited.
- Reigeluth, C.M. (1991). Reflections on the Implications of Constructivism for Educational Technology. *Educational Technology*, 31 (9), 34-37.
- Resnick, L.B. (1987). Learning in School and Out. *Educational Researcher*, 16 (9), 13-20.
- Resnick, L.B. (1989). *Knowing, Learning, and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Roblyer, M.D., Castine, W.H., & King, F.J. (1988). *Assessing the Impact of Computer-Based Instruction. A Review of Recent Research*. New York/London: The Haworth Press.
- Romiszowski, A.J. (1988). *The Selection and Use of Instructional Media: For improved classroom teaching and for interactive, individualized instruction*, London: Kogan Page.
- Romiszowski, A.J. (1993). Developing interactive multimedia courseware and networks: Some current issues. In: C. Latchem, J. Williamson, & L. Henderson-Lancett (Eds.), *Interactive Multimedia. Practice and Promise* (pp. 57-78). London: Kogan Page Limited.
- Ross, S.M. (1989). The Water Videodisc: A Problem-Solving Environment. In: A. Bates (Ed.), *Media and Technology in European Distance Education: Proceedings of the EADTU Workshop on Media, Methods and Technology*. Heerlen: European Association of Distance Teaching Universities.
- Ross, S.M., & Morrison, G.R. (1989). In Search of a Happy Medium in Instructional Technology Research: Issues Concerning External Validity, Media Replications, and Learner Control. *Educational Technology Research & Development*, 37 (1), 19-33.
- Saga, H. (1992). Are We Ready Enough to Learn from Interactive Multimedia? *EMI*, 29 (3), 181-188.
- Salomon, G. (1981). *Communication and education, social and psychological interactions*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.

- Salomon, G. (1984). Television is "easy" and print is "tough": The differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. *Journal of Educational Psychology*, 74, 647-658.
- Salomon, G., & Globerson, T. (1989). When Teams Do Not Function The Way They Ought To. *International Journal of Educational Research*, 13, 89-99.
- Salomon, G., & Leigh, T. (1984). Predispositions about Learning from Print and Television. *Journal of Communication*, 34, 119-135.
- Shashaani, L. (1994). Gender-Differences in Computer Experience and its Influence on Computer Attitudes. *Journal of Educational Computing Research*, 11 (4), 347-367.
- Shin, E.C., Schallert, D.L., & Savenye, W.C. (1994). Effects of Learner Control, Advisement, and Prior Knowledge on Young Students' Learning in a Hypertext Environment. *Educational Technology Research & Development*, 42 (1), 33-46.
- Shute, V.J. (1993). A Comparison of Learning Environments: All That Glitters ... In: S.P. Lajoie, & S.J. Derry (Eds.), *Computers as Cognitive Tools* (pp. 47-73). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Silva, A.P. (1992). Hypermedia: Influence of Interactive Freedom Degree in Learning Processes. In: A. Oliveira (Ed.), *Hypermedia Courseware: Structures of Communication and Intelligent Help* (pp. 145-156). Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Simons, P.R.J. (1993). Constructive Learning: The Role of the Learner. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (pp. 291-313). Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Simons, P.R.J. (1995). Leerlingkenmerken. In: J. Lowyck, & N. Verloop (Red.), *Onderwijskunde. Een kennisbasis voor professionals* (pp. 15-40). Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Simpson, M.S. (1994). Neurophysiological Considerations Related to Interactive Multimedia. *Educational Technology Research & Development*, 42 (1), 75-81.
- Slavin, R.E. (1990). *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Smeets, E.F.L. (1988). Systeembeheer en automatiseringscoördinatie. In: F.J. Hermans, M.J.M. Koppelmans, & E.F.L. Smeets, *Systeembeheer in de school* (pp. 17-22). NIVO-brochurereeks, deel 3. Amsterdam: Algemeen Pedagogisch Studiecentrum.
- Smeets, E.F.L. (1992). *Tele-leren in het MBO. Verslag van de onderwijskundige evaluatie van een experiment*. Nijmegen: Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen.
- Smeets, E.F.L. (1995a). *Datacommunicatie via het kabelnet. De evaluatie van het teleMANN-project*. Nijmegen: Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen.

- Smeets, E.F.L. (1995b). *Tele-leren: surrogaat of toegevoegde waarde?* Paper, gepresenteerd tijdens het congres 'De Digitale Delta' te Goes, november 1995.
- Smeets, E., Willems, M., & Jas, R. (1992). *Tele-leren: de moeite waard?* Nijmegen: Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen.
- Spiro, R.J., Feltovitch, P.J., Jacobson, M.J., & Coulson, R.L. (1991). Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. *Educational Technology, 31*, (5), 24-33.
- Spiro, R.J., & Jehng, J.-C. (1990). Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In: D. Nix, & R. Spiro (Eds.), *Cognition, Education, Multimedia. Exploring Ideas in High Technology* (pp. 163-205). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Steinberg, E.R. (1989). Cognition and learner control: A literature review, 1977-1988. *Journal of Computer-Based Instruction, 16* (4), 117-121.
- Strittmatter, P. (1993). Wissenserwerb mit Bildern bei Film und Fernsehen. In: B. Weidenmann (Hrsg.), *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen* (pp. 177-194). Bern: Verlag Hans Huber.
- Strothotte, T. (1993). Informationsfluß durch Bilder in der Mensch-Computer-Interaktion. In: B. Weidenmann (Hrsg.), *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen* (pp. 195-213). Bern: Verlag Hans Huber.
- Sutton, R. (1991). Equity and Computers in the Schools: A Decade of Research. *Review of Educational Research, 61* (4), 475-503.
- Thompson, A.D., Simonson, M.R., & Hargrave, C.P. (1992). *Educational Technology. A Review of the Research*. Washington DC: Association for Educational Communications and Technology.
- Tobias, S. (1991). An Eclectic Examination of Some Issues in the Constructivist-ISD Controversy. *Educational Technology, 31* (9), 41-43.
- Tobias, S. (1994). Interest, Prior Knowledge, and Learning. *Review of Educational Research, 64* (1), 37-54.
- Tolhurst, D. (1995). Hypertext, Hypermedia, Multimedia Defined? *Educational Technology, 35*, (2), 21-26.
- Tosti, D.T., & Ball, J.R. (1969). A behavioral approach to instructional design and media selection. *AV Communication Review, 17* (1), 5-25.
- Tucker, R.N. (1989). The Domesday Project. In: H. Oosthoek, & T. Vroeijenstijn (Eds.), *Higher education and new technologies* (pp. 431-434). Oxford: Pergamon Press.

- Vakgroep Onderwijs Technologie Erasmus Universiteit Rotterdam (1990). *Het Station, een interactieve microwereld. Tussenrapport II: De automatiek*. Rotterdam: Vakgroep Onderwijs Technologie Erasmus Universiteit.
- Vaughan-Nichols, S.J. (1995). Internet Broadcasting. Radio Comes to Cyberspace. *Byte*, 20 (10), 46.
- Veen, T. van der (1984). *Differentiatie. Van waarom tot hoe*. Assen: Van Gorcum.
- Veenman, S., Lem, P., Voeten, M., Winkelmolen, G., & Lassche, H. (1986). *Onderwijs in combinatieklassen*. 's-Gravenhage: Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs SVO.
- Veldhuijzen, N., Goldebeld, P., & Sanders, P. (1993). Klassieke testtheorie en generaliseerbaarheidstheorie. In: T. Eggen, & P. Sanders (Red.), *Psychometrie in de praktijk* (pp. 33-82). Arnhem: CITO.
- Verhagen, P.W. (1989). *Het BOSODISC-project: Evaluatie*. Enschede: Onderzoekcentrum Toegepaste Onderwijskunde, Universiteit Twente.
- Verhagen, P.W. (1992). *Length of segments in interactive video programmes*. Academisch proefschrift. Enschede: Faculteit Toegepaste Onderwijskunde, Universiteit Twente.
- Verhagen, P.W., & Bestebreurtje, R. (1994). Towards the architecture of an instructional multimedia database. *Journal of Computer Assisted Learning*, 10 (2), 81-92.
- Vermunt, J.D.H.M. (1992). *Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het hoger onderwijs: naar procesgerichte instructie in zelfstandig denken*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Verschaffel, L. (1995). Beïnvloeden van leerprocessen. In: J. Lowyck, & N. Verloop (Red.), *Onderwijskunde. Een kennisbasis voor professionals* (pp. 153-187). Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Vlas, W.D.J., & Doornekamp, B.G. (1993). Op weg naar een effectieve organisatiestructuur voor de implementatie van computers in het voortgezet onderwijs. In: G.J. Carleer, I.P.F. de Diana, S. Dijkstra, B.G. Doornekamp, P.A.M. Kommers, H.H. Leemkuil, J.C.M.M. Moonen (Red.), W.D.J. Vlas, & S.A. de Vries, *Is er toekomst voor computers in het voortgezet onderwijs?* (pp. 11-117). Eindrapport van het project Proefstation Oost-Nederland bij Toegepaste Onderwijskunde. De Lier: Academisch Boeken Centrum.
- Volman, M. (1994). *Computerfreak of computervrees. Sekseverschillen en egalitair informatiekunde-onderwijs*. Academisch proefschrift. Amsterdam: SCO, Universiteit van Amsterdam.
- Watson, D. (1987). *Developing CAL: Computers in the curriculum*. London: Harper & Row Publishers.
- Watson, D. (1992). The Computer in Social Science Curricula. *International Journal of Educational Research*, 17 (1), 51-63.

- Weidenmann, B. (1993). Informierende Bilder. In: B. Weidenmann (Hrsg.), *Wissenserwerb mit Bildern. Instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen* (pp. 9-58). Bern: Verlag Hans Huber.
- Wells, A., & Yate, A. (1990). *A teacher's guide to Information Technology in schools*. Cambridge: Hobsons Publishing PLC.
- Wilson, B.G. (1995). Metaphors for Instruction: Why We Talk About Learning Environments. *Educational Technology*, 35 (5), 25-30.
- Wilson, K.S., & Tally, W.J. (1990). The "Palenque" Project: Formative Evaluation in the Design and Development of an Optical Disc Prototype. In: B.N. Flagg, *Formative Evaluation for Educational Technologies* (pp. 83-98). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Winn, W.D. (1991). The Assumptions of Constructivism and Instructional Design. *Educational Technology*, 31, (9), 38-40.
- Wolcken, K. (1991a). Scholing van de sectie. In: C. van der Burg, & M. de Wit (Red.), *Proefschoon Nieuwe Media. Deelrapport Geografie voor Educatie* (pp. 37-48). Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Wolcken, K. (1991b). Invoering nieuwe media produkten. In: C. van der Burg, & M. de Wit (Red.), *Proefschoon Nieuwe Media. Deelrapport Geografie voor Educatie* (pp. 77-89). Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Yildiz, R., & Atkins, M. (1993). Evaluating Multimedia Applications. *Computers and Education*, 21 (1/2), 133-139.
- Zwartkruis, P. (Red.) (1987). *Handboek Interactieve Video*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

Publicaties *Proefschool Nieuwe Media*

- NIAM (1989a). *Proefschool Nieuwe Media. Plan van Aanpak*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- NIAM (1989b). *Proefschool Nieuwe Media. Tussenrapportage oktober 1989*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- NIAM (1990a). *Proefschool Nieuwe Media. Tussenrapportage februari 1990*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- NIAM (1990b). *Proefschool Nieuwe Media. Tussenrapportage augustus 1990*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- NIAM (1991). *Proefschool Nieuwe Media. Tussenrapportage januari 1991*. Den Haag: Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media.
- Aanholt, Th.C.C.M. van, & Smeets, E.F.L. (1991). *Proefschool Nieuwe Media. Deelrapport ITS*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Brouwers, J.S.G. (1991). *Proefschool Nieuwe Media. Eindrapport - NIAM*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Burg, C. van der, & Wit, M. de (Red.) (1991a). *Proefschool Nieuwe Media. Deelrapport Geografie voor Educatie*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Burg, C. van der, & Wit, M. de (Red.) (1991b). *Proefschool Nieuwe Media. Bijlage deelrapport Geografie voor Educatie, produktbeschrijvingen*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Goes, H.A.M. (Red.) (1991). *Proefschool Nieuwe Media. Deelrapport Niels Stensen College*. Den Haag: NIAM Projectontwikkeling.
- Smeets, E., Aanholt, Th. van, & Burg, C. van der (1992). *Experimental School New Media. Teaching geography in secondary school using interactive media*. Paper, gepresenteerd op de Apple European University Conference, Brugge, april 1992.

Bijlagen

*Bijlage 1***Deelnemende klassen en aantallen leerlingen***Schooljaar 1989/90*

klas	groep	aantal lln.
M2a (mavo-2)	controle	23
M2b (mavo-2)	experimenteel	24
M2c (mavo-2)	experimenteel	21
B2a (brugklas havo/vwo-2)	experimenteel	29
B2b (brugklas havo/vwo-2)	controle	27
B2c (brugklas havo/vwo-2)	experimenteel	27
M3a (mavo-3)	experimenteel	28
M3b (mavo-3)	controle	28
H3a (havo-3)	controle	24
H3b (havo-3)	experimenteel	22
A3a (atheneum-3)	controle	29
A3b (atheneum-3)	experimenteel	28

totaal		310

Schooljaar 1990/91

klas	groep	aantal lln.
M2a (mavo-2)	experimenteel	24
M2b (mavo-2)	controle	20
M2c (mavo-2)	experimenteel	25
B2a (brugklas havo/vwo-2)	controle	30
B2b (brugklas havo/vwo-2)	experimenteel	28
B2c (brugklas havo/vwo-2)	experimenteel	29
M3a (mavo-3)	controle	20
M3b (mavo-3)	experimenteel	19
M3c (mavo-3)	experimenteel	18
H3a (havo-3)	controle	21
H3b (havo-3)	experimenteel	20
A3a (atheneum-3)	experimenteel	23
A3b (atheneum-3)	controle	23

totaal		300

Bijlage 2

Leervorderingentoetsen: resultaten itemanalyses

Toets 'Actieve aarde', 1989/90 (klas 2 en 3) (toelichting: zie volgende pagina)

Itemnr.	Onderwerp	p-vm	p-nm	r_{rr}^1	r_{rr}^2
(1-1)	Hoort lava bij een vulkaan?	1.00	1.00		
(1-2)	Hoort hypocentrum bij een vulkaan?	.89	.81		
(1-3)	Hoort trog bij een vulkaan?	.93	.80		
1-4	Hoort puinstroom bij een vulkaan?	.76	.78	.22	.22
(1-5)	Hoort koraal bij een vulkaan?	.97	.99		
(1-6)	Hoort sediment bij een vulkaan?	.95	.96		
(1-7)	Hoort magmahaard bij een vulkaan?	.59	.99	-.03	
(1-8)	Hoort stollingsgesteente bij een vulkaan?	.89	.91		
2-1	Is Mount Saint Helens de naam van een vulkaan?	.14	.89	.18	.18
2-2	Is Katmai de naam van een vulkaan?	.48	.73	.01	.06
(2-3)	Is Mont Blanc de naam van een vulkaan?	.95	.93		
2-4	Is Krakatau de naam van een vulkaan?	.62	.91	.23	.24
(2-5)	Is Mount Everest de naam van een vulkaan?	.98	.94		
(2-6)	Is Azoren de naam van een vulkaan?	.80	.92	-.07	
2-7	Is Tambora de naam van een vulkaan?	.26	.59	.11	.12
(2-8)	Is Vesuvius de naam van een vulkaan?	.88	.94		
3-1	Is er in IJsland een werkende vulkaan?	.41	.75	.15	.10
(3-2)	Is er in Zuid-Afrika een werkende vulkaan?	.73	.69	.20	
3-3	Is er in de Verenigde Staten een werkende vulkaan?	.37	.86	.10	.12
3-4	Is er in Italië een werkende vulkaan?	.60	.85	.29	.32
(3-5)	Is er in Turkije een werkende vulkaan?	.86	.79		
3-6	Is er in Australië een werkende vulkaan?	.78	.80	.15	.16
(3-7)	Is er in Zwitserland een werkende vulkaan?	.97	.94		
3-8	Is er in Chili een werkende vulkaan?	.72	.84	.14	.14
4	Op welke schaal wordt de kracht van een aardbeving weergegeven?	.63	.89	.16	.17
5	Wanneer zijn vulkanische uitbarstingen heel zwak?	.16	.61	.09	.12
6	Hoe is het Oeralgebergte ontstaan?	.33	.78	.22	.18
(7)	Waar vinden we vaak fossielen?	.45	.35	-.03	
(8-1)	Stroomt bij een uitbarsting magma uit de vulkaan?	.55	.54	.04	
8-2	Komen vulkanen voor waar stukken aardkorst botsen?	.51	.83	.08	.11
8-3	Komen geen vulkanen voor op de zee-/oceaanbodem?	.71	.91	.12	.13
8-4	Liggen de meeste werkende vulkanen op de grens van land en water?	.28	.67	.08	.09
8-5	Komen aardbevingen en vulkaanuitbarstingen doorgaans niet op dezelfde plaats voor?	.46	.83	.23	.28
(8-6)	Kunnen aardbevingen op twee manieren ontstaan?	.66	.72	-.17	
(8-7)	Is het epicentrum de naam van de aardbevingshaard?	.42	.46	-.08	
8-8	Is de oorzaak van een aardbeving het langs elkaar bewegen van harde gesteenten?	.55	.84	.10	.11
9	Is het gevaarlijk in de nabijheid van de Etna?	.63	.72	.07	.10
(10)	Waarom zijn er in Nederland geen vulkaan-uitbarstingen of zware aardbevingen?	.55	.50	.11	

Toets 'Actieve aarde', 1990/91 (klas 2)

Itemnr.	Onderwerp	p-vm	p-nm	r_{ir}^1	r_{ir}^2
(1)	Welk verschijnsel hoort niet bij vulkanisme?	.75	.87	-.06	
2	Bij welke van de volgende vulkanen heeft in 1980 een uitbarsting plaatsgevonden?	.17	.71	.02	.03
3	Zijn deze beweringen juist: vulkanische uitbarsting zwak als aardkort dun is/meeste werkende vulkanen liggen in kustzones	.07	.43	.28	.25
4	Hoe is het Oeralgebergte ontstaan?	.35	.80	.01	.10
5	Zijn deze beweringen juist: vulkanen komen alleen voor waar stukken aardkorstbotsen / er komen geen vulkanen voor op de zeebodem	.30	.59	.06	.08
6	Geef aan in welke landen werkende vulkanen voorkomen	.64	.86	.04	.06
(7-1)	Komen in Nederland werkende vulkanen voor?	.97	.98		
7-2	Komen in IJsland werkende vulkanen voor?	.60	.78	.13	.09
(7-3)	Liggen vulkanen meestal in bergachtige gebieden?	.81	.76	.14	
(7-4)	Liggen de meeste vulkanen langs de kust van de Grote of Pacifische Oceaan?	.38	.65	-.12	
(8)	Zijn deze beweringen juist: Epicentrum is de naam voor de aardbevingshaard/Aardbevingen ontstaan doordat harde gesteenten langs elkaar bewegen	.33	.41	-.10	
9	Op welke schaal wordt de kracht van een aardbeving weergegeven?	.56	.82	.14	.14
10	Zijn deze beweringen juist: Aardbevingen en vulkanische uitbarstingen meestal niet op dezelfde plaats/Gebergten meestal op plaatsen waar stukken aardkorst tegen elkaar botsen	.45	.69	.24	.24
11	Zijn deze beweringen juist: De Atlantische Oceaan wordt steeds breder/De Grote Oceaan wordt smaller	.11	.30	.10	.17

Toelichting: De itemnummers tussen haakjes geven de items aan die op grond van de item-analyses zijn verwijderd. In de kolom 'p-vm' is de p-waarde bij de voormeting vermeld, terwijl 'p-nm' de p-waarde bij de nameting laat zien. De item-rest-correlatie ' r_{ir}^1 ' is de correlatie tussen het desbetreffende item en de overige items bij de nameting, na verwijdering van de items met een p-waarde hoger dan .85 bij de voormeting. De waarde in de kolom ' r_{ir}^2 ' is de correlatie tussen het desbetreffende item en de overige gehandhaafde items.

Toets 'Alles in orde?', 1989/90 (klas 2)

Itemnr.	Onderwerp	p-vm	p-nm	r_{ir}^1	r_{ir}^2
(1)	Sterfte-overschot aflezen uit tabel	.90	.94		
2	Wat is een voorbeeld van immigratie?	.57	.84	.07	.03
3	Bevolkingsgroei afleiden	.50	.67	.15	.25
4	Geboortenoverschot afleiden uit grafiek	.66	.83	.11	.16
5	Veranderingen in de inrichting van de ruimte van landen afleiden uit informatie	.27	.50	.07	.04
(6)	Toelichting bij 5	.10	.19	.21	
(7)	Uitspraken inschatten over vakantiegangers naar beroepsgroep, aan de hand van informatie	.59	.58	-.16	
8	Inschatten van de kans dat een tuindersbedrijf aan de rand van de bebouwde kom wordt bedreigd	.54	.66	.49	.58
9	Toelichting bij 8	.52	.65	.52	.57
10	Uitspraken over de vraag naar ruimte en de gemiddelde woningbezetting	.09	.32	.20	.23
(11)	Vakantie zelfstandige beroepen	.73	.66	-.01	

Toets 'Alles in orde?', 1990/91 (klas 2)

Itemnr.	Onderwerp	p-vm	p-nm	r_{ir}^1	r_{ir}^2
(1a)	Aantal auto's toegenomen sinds 1945?	.99	1.00		
(1b)	Aantal inwoners toegenomen sinds 1945?	.87	.87		
1c	Aantal inwoners per woning toegenomen sinds 1945?	.67	.81	.34	.30
(1d)	Oppervlakte per woning toegenomen sinds 1945?	.74	.89	-.04	
1e	Aantal werkuren per week toegenomen sinds 1945?	.71	.98	.10	.07
2	Migratie-overschot afleiden uit tabel	.56	.85	.29	.37
3	Voorbeeld van immigratie	.74	.87	.24	.20
4	Bevolkingsgroei afleiden uit informatie	.42	.59	.21	.26
5	Geboortenoverschot afleiden uit grafiek	.58	.74	.16	.22
6	Veranderingen in de inrichting van de ruimte van landen afleiden uit informatie	.30	.51	.14	.18
(7)	Uitspraken inschatten over vakantiegangers naar beroepsgroep, aan de hand van informatie	.67	.62	.01	
8	Inschatten van de kans dat een tuindersbedrijf aan de rand van de bebouwde kom wordt bedreigd	.56	.69	.17	.19
9a	Meer behoefte aan ruimte omdat ruimte schaarser is	.40	.60	.22	.25
9b	Meer behoefte aan ruimte door welvaart	.80	.92	.07	.10
(9c)	Meer behoefte aan ruimte door warmer klimaat	.86	.94		
9d	Meer behoefte aan ruimte door grotere inkomens	.71	.95	.09	.04
(9e)	Meer behoefte aan ruimte door toename aantal mensen	.28	.18	.09	
(9f)	Meer behoefte aan ruimte door bereikbaarheid	.47	.51	-.01	
10	Uitspraken over de vraag naar ruimte en de gemiddelde woningbezetting	.20	.40	.31	.34
11	Vakantie zelfstandige beroepen	.75	.68	.08	.04

Bijlage 3

Toets informatievaardigheden: resultaten itemanalyses

Versie A, 1989/90 (mavo-2 en brugklas-2)

Itemnr.	Onderwerp	p-vm	p-nm	r_{ir}^1	r_{ir}^2
1	Juiste bewering selecteren naar aanleiding van een wegenkaart	.71	.80	.23	.23
2	Informatie uit verschillende uitspraken selecteren en combineren	.70	.71	.29	.30
3	Onderwerp van een boek afleiden uit een cataloguskaart van een bibliotheek	.64	.74	.18	.18
(4)	Gemiddelde temperatuur en hoogte boven zeeniveau van een stad afleiden uit kaartjes	.65	.77	.07	
(5)	Gemiddelde temperatuur in twee steden vergelijken aan de hand van een kaart	.81	.86	.05	
6	Informatie uit verschillende uitspraken selecteren en combineren	.45	.63	.36	.35
7	Juiste tekening van een landschap selecteren aan de hand van informatie	.60	.71	.31	.31
8	Aangeven welk deel van de atlas het eerst wordt gebruikt bij het zoeken naar een plaats	.82	.85	.24	.24
9	Het juiste trefwoord kiezen bij het zoeken van informatie in een encyclopedie	.77	.78	.24	.26
10	Gemiddelde hoeveelheid neerslag en gemiddelde temperatuur afleiden uit een grafiek	.54	.66	.27	.29
11	Foute bewering selecteren aan de hand van informatie uit het spoorboekje	.40	.43	.29	.27

Aantal leerlingen: 136

Betrouwbaarheidscoëfficiënt alpha (over 9 items berekend): .58

Toelichting: De itemnummers tussen haakjes geven de items aan die op grond van de item-analyses zijn verwijderd. In de kolom 'p-vm' is de p-waarde bij de voormeting vermeld, terwijl 'p-nm' de p-waarde bij de nameting laat zien. De item-rest-correlatie ' r_{ir}^1 ' is de correlatie tussen het desbetreffende item en de overige items bij de nameting, vóór verwijdering van items. De waarde in de kolom ' r_{ir}^2 ' is de correlatie tussen het desbetreffende item en de overige gehandhaafde items.

Versie A, 1989/90 (mavo-3 en havo-3)

Itemnr.	Onderwerp	p-vm	p-nm	r_{rr}^1	r_{rr}^2
1	Juiste bewering selecteren naar aanleiding van een wegenkaart	.71	.79	.31	.29
2	Informatie uit verschillende uitspraken selecteren en combineren	.74	.61	.32	.32
(3)	Onderwerp van een boek afleiden uit een cataloguskaart van een bibliotheek	.69	.64	-.02	
4	Gemiddelde temperatuur en hoogte boven zeeniveau van een stad afleiden uit kaartjes	.66	.75	.19	.19
5	Gemiddelde temperatuur in twee steden vergelijken aan de hand van een kaart	.83	.84	.43	.43
6	Informatie uit verschillende uitspraken selecteren en combineren	.53	.50	.35	.38
7	Juiste tekening van een landschap selecteren aan de hand van informatie	.76	.83	.54	.54
8	Aangeven welk deel van de atlas het eerst wordt gebruikt bij het zoeken naar een plaats	.90	.84	.17	.20
9	Het juiste trefwoord kiezen bij het zoeken van informatie in een encyclopedie	.75	.73	.29	.32
10	Gemiddelde hoeveelheid neerslag en gemiddelde temperatuur afleiden uit een grafiek	.68	.75	.37	.40
11	Foute bewering selecteren aan de hand van informatie uit het spoorboekje	.60	.39	.21	.23

Aantal leerlingen 80

Betrouwbaarheidscoëfficiënt alpha (over 10 items berekend): .66

Toelichting. De itemnummers tussen haakjes geven de items aan die op grond van de item-analyses zijn verwijderd. In de kolom 'p-vm' is de p-waarde bij de voormeting vermeld, terwijl 'p-nm' de p-waarde bij de nameting laat zien. De item-rest-correlatie ' r_{rr}^1 ' is de correlatie tussen het desbetreffende item en de overige items bij de nameting, vóór verwijdering van items. De waarde in de kolom ' r_{rr}^2 ' is de correlatie tussen het desbetreffende item en de overige gehandhaafde items

NB: Bij de nameting vertonen 6 van de 11 items een p-waarde die lager is dan bij de voormeting.

Versie B, 1990/91 (mavo-2 en brugklas-2)

Itemnr.	Onderwerp	p-vm	p-nm	r_{ir}^1	r_{ir}^2
1	Juiste bewering selecteren naar aanleiding van een wegenkaart	.72	.83	.17	.18
2	Informatie uit verschillende uitspraken selecteren en combineren	.50	.61	.12	.13
3	Onderwerp van een boek afleiden uit een cataloguskaart van een bibliotheek	.62	.74	.17	.19
4	Gemiddelde temperatuur en hoogte boven zeeniveau van een stad afleiden uit kaartjes	.67	.70	.23	.26
5	Gemiddelde temperatuur in twee steden vergelijken aan de hand van een kaart	.48	.48	.17	.18
6	Informatie uit verschillende uitspraken selecteren en combineren	.41	.66	.31	.32
7	Juiste tekening van een landschap selecteren aan de hand van informatie	.60	.67	.13	.13
(8)	Aangeven welk deel van de atlas het eerst wordt gebruikt bij het zoeken naar een plaats	.70	.76	.11	
9	Het juiste trefwoord kiezen bij het zoeken van informatie in een encyclopedie	.75	.80	.29	.27
10	Gemiddelde hoeveelheid neerslag en gemiddelde temperatuur afleiden uit een grafiek	.69	.75	.30	.31
11	Foute bewering selecteren aan de hand van informatie uit het spoorboekje	.38	.50	.24	.22
(12)	Opzoeken in de titelcatalogus van een bibliotheek	.36	.31	.03	
13	De juiste informatie selecteren om op verhuisdozen aan te geven	.59	.64	.27	.27
14	De beste manier om een volledig overzicht van een verkiezingsuitslag te krijgen	.77	.77	.13	.16
(15)	Bepalen van het soort cataloguskaart van een bibliotheek	.49	.45	.11	
16	Aantal leerlingen in een bepaald leerjaar afleiden uit een staafdiagram	.36	.48	.34	.30
17	Afstand tussen twee plaatsen uitrekenen aan de hand van de schaal van een kaart	.68	.70	.31	.29
18	Informatie over aantallen sportbeoefenaars afleiden uit een Venndiagram	.26	.40	.16	.18
19	Bepalen welke van vier uitspraken het meest informatief is	.58	.66	.17	.17
20	Meest geschikte grafiek kiezen om een overzicht van de temperatuur te maken	.11	.16	.11	.14

Aantal leerlingen 141

Betrouwbaarheidscoëfficiënt alpha (over 17 items berekend): .60

Versie C, 1990/91 (mavo-3, havo-3 en atheneum-3)

Itemnr.	Onderwerp	p-vm	p-nm	r_{rr}^1	r_{rr}^2
(1)	Informatie uit verschillende uitspraken selecteren en combineren	.72	.78	.05	
2	Onderwerp van een boek afleiden uit een cataloguskaart van een bibliotheek	.79	.79	.15	.16
3	Gemiddelde temperatuur en hoogte boven zeeniveau van een stad afleiden uit kaartjes	.59	.68	.34	.35
4	Gemiddelde temperatuur in twee steden vergelijken aan de hand van een kaart	.56	.64	.44	.43
5	Informatie uit verschillende uitspraken selecteren en combineren	.69	.81	.33	.29
6	Gemiddelde hoeveelheid neerslag en gemiddelde temperatuur afleiden uit een grafiek	.76	.79	.14	.14
7	Foute bewering selecteren aan de hand van informatie uit het spoorboekje	.54	.59	.34	.37
8	Opzoeken in de titelcatalogus van een bibliotheek	.41	.39	.19	.21
9	De juiste informatie selecteren om op verhuisdozen aan te geven	.72	.70	.18	.20
10	Bepalen van het soort cataloguskaart van een bibliotheek	.47	.47	.13	.14
11	Aantal leerlingen in een bepaald leerjaar afleiden uit een staafdiagram	.65	.70	.31	.30
12	Informatie over aantallen sportbeoefenaars afleiden uit een Venndiagram	.32	.44	.33	.32
13	Aangeven welke uitspraak een feit weergeeft dat kan worden afgeleid uit een tekstfragment	.36	.49	.11	.18
14	Bepalen wat de betrouwbaarste manier is om de breedte van een straat te meten	.32	.40	.20	.24
15	Afstand tussen twee plaatsen uitrekenen aan de hand van de schaal van een kaart	.51	.59	.25	.31
16	Boterproductie in een bepaald jaar afleiden uit een tabel	.56	.67	.34	.34
(17)	Bepalen welke van vier gegeven zinnen niet in het geheel past	.50	.60	-.11	
18	Aangeven welke uitspraak een feit weergeeft dat kan worden afgeleid uit een tekstfragment	.53	.62	.23	.26
(19)	Een staafdiagram maken, waarna vijf getallen worden weergegeven	.49	.71	.08	
(20)	Het hoofdonderwerp afleiden uit een tekstfragment	.35	.49	-.14	

Aantal leerlingen: 135

Betrouwbaarheidscoëfficiënt alpha (over 16 items berekend) .66

Bijlage 4**Lesobservaties: overzicht en kappa-scores*****Schooljaar 1989/90; eerste lessenreeks ('Actieve aarde')***

Leskode	Week/jaar	Klas	Groep	Docent	Kappa
947033	47/1989	m2c	exp.	A	.34
947082	47/1989	m2b	exp.	D	.49
947096	47/1989	b2c	exp.	C	.62
947104	47/1989	b2a	exp.	B	.58
948033	48/1989	m2c	exp.	A	.59
948041	48/1989	m2a	ctr.	C	.51
948051	48/1989	m2a	ctr.	C	.71
948062	48/1989	m2b	exp.	D	.53
948074	48/1989	b2a	exp.	B	.68
948082	48/1989	m2b	exp.	D	.56
948096	48/1989	b2c	exp.	C	.60
948104	48/1989	b2a	exp.	B	.44
949015	49/1989	b2b	ctr.	A	.61
949023	49/1989	m2c	exp.	A	.65
949062	49/1989	m2b	exp.	D	.72
949074	49/1989	b2a	exp.	B	.54
949082	49/1989	m2b	exp.	D	.75
949096	49/1989	b2c	exp.	C	.60
949125	49/1989	b2b	ctr.	A	.59
950015	50/1989	b2b	ctr.	A	.61
950023	50/1989	m2c	exp.	A	.80
950041	50/1989	m2a	ctr.	C	.76
950062	50/1989	m2b	exp.	D	.67
950074	50/1989	b2a	exp.	B	.65
950125	50/1989	b2b	ctr.	A	.60

Schooljaar 1989/90; tweede lessenreeks ('Alles in orde?')

Leskode	Week/jaar	Klas	Groep	Docent	Kappa
018082	18/1990	m2b	exp.	D	.78
018096	18/1990	b2c	exp.	C	.76
018104	18/1990	b2a	exp.	B	.53
019015	19/1990	b2b	ctr.	A	.81
019023	19/1990	m2c	exp.	A	.84
019033	19/1990	m2c	exp.	A	.78
019041	19/1990	m2a	ctr.	C	.68
019082	19/1990	m2b	exp.	D	.80
019096	19/1990	b2c	exp.	C	.72
019104	19/1990	b2a	exp.	B	.34
020033	20/1990	m2c	exp.	A	.66
020041	20/1990	m2a	ctr.	C	.73
025015	25/1990	b2b	ctr.	A	.68
025023	25/1990	m2c	exp.	A	.50
025033	25/1990	m2c	exp.	A	.63
025041	25/1990	m2a	ctr.	C	.73
025082	25/1990	m2b	exp.	D	.62
025104	25/1990	b2a	exp.	B	.48
025116	25/1990	b2c	exp.	C	.56
025125	25/1990	b2b	ctr.	A	.62
026033	26/1990	m2c	exp.	A	.70
026041	26/1990	m2a	ctr.	C	.57
026062	26/1990	m2b	exp.	D	.47
026074	26/1990	b2a	exp.	B	.69
026082	26/1990	m2b	exp.	D	.71
026096	26/1990	b2c	exp.	C	.61
026104	26/1990	b2a	exp.	B	.83

Schooljaar 1990/91; eerste lessenreeks ('Actieve aarde')

Leskode	Week/jaar	Klas	Groep	Docent	Kappa
045291	45/1990	m2a	exp.	A	.74
046056	46/1990	b2c	exp.	B	.72
047025	47/1990	b2b	exp.	D	
047045	47/1990	b2b	exp.	D	
048045	48/1990	b2b	exp.	D	.52

Schooljaar 1990/91; derde lessenreeks ('Werk aan Europa')

Leskode	Week/jaar	Klas	Groep	Docent	Kappa
046046	46/1990	a3a	exp.	B	.44
046093	46/1990	m3c	exp.	A	.63
046106	46/1990	a3a	exp.	B	.54
046112	46/1990	m3b	exp.	C	
047032	47/1990	m3b	exp.	C	
047046	47/1990	a3a	exp.	B	
047106	47/1990	a3a	exp.	B	.77
047112	47/1990	m3b	exp.	C	.83
048032	48/1990	m3b	exp.	C	.60
048093	48/1990	m3c	exp.	A	.55
048106	48/1990	a3a	exp.	B	.65
048112	48/1990	m3b	exp.	C	.65
048125	48/1990	h3b	exp.	D	.77

Schooljaar 1990/91; tweede lessenreeks ('Alles in orde?')

Leskode	Week/jaar	Klas	Groep	Docent	Kappa
110013	10/1991	m2c	exp.	C	.70
110025	10/1991	b2b	exp.	D	.60
111013	11/1991	m2c	exp.	C	.70
111025	11/1991	b2b	exp.	D	.85
112063	12/1991	m2c	exp.	C	.72
112076	12/1991	b2c	exp.	B	.66
124056	24/1991	b2c	exp.	B	
124063	24/1991	m2c	exp.	C	
125013	25/1991	m2c	exp.	C	
125056	25/1991	b2c	exp.	B	

Schooljaar 1990/91; vierde lessenreeks ('Landschap in beweging')

Leskode	Week/jaar	Klas	Groep	Docent	Kappa
111021	11/1991	m3a	ctr.	C	.75
112067	12/1991	a3b	ctr.	D	.67
117112	17/1991	m3b	exp.	C	.56
120093	20/1991	m3c	exp.	A	
120106	20/1991	a3a	exp.	B	
124046	24/1991	a3a	exp.	B	
125046	25/1991	a3a	exp.	B	

Aantal geobserveerde lessen: 87, waarvan 13 door één observator

Gemiddelde kappa-waarde: .64 (berekend over 74 door twee observatoren geobserveerde lessen)

Curriculum vitae

Ed Smeets werd in 1957 geboren te Maastricht. In diezelfde plaats behaalde hij in 1975 het diploma Gymnasium-β. In 1979 slaagde hij aan de Katholieke Universiteit Nijmegen voor het kandidaatsexamen Duitse taal- en letterkunde. In 1982 studeerde hij aan deze universiteit af in de Vrije Studierichting Letteren, met als hoofdvak Toegepaste Taalkunde. Tevens behaalde hij de eerstegraads onderwijsbevoegdheid voor het vak Duits. In 1983 en 1984 was hij werkzaam als onderzoeksassistent bij het Instituut Algemene Onderwijskunde voor de Lerarenopleiding (AOLO), het Instituut Duits en het Instituut Spaans van de Katholieke Universiteit Nijmegen. Sinds 1984 werkt hij als onderzoeker bij het Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen (ITS) van de Nijmeegse universiteit.

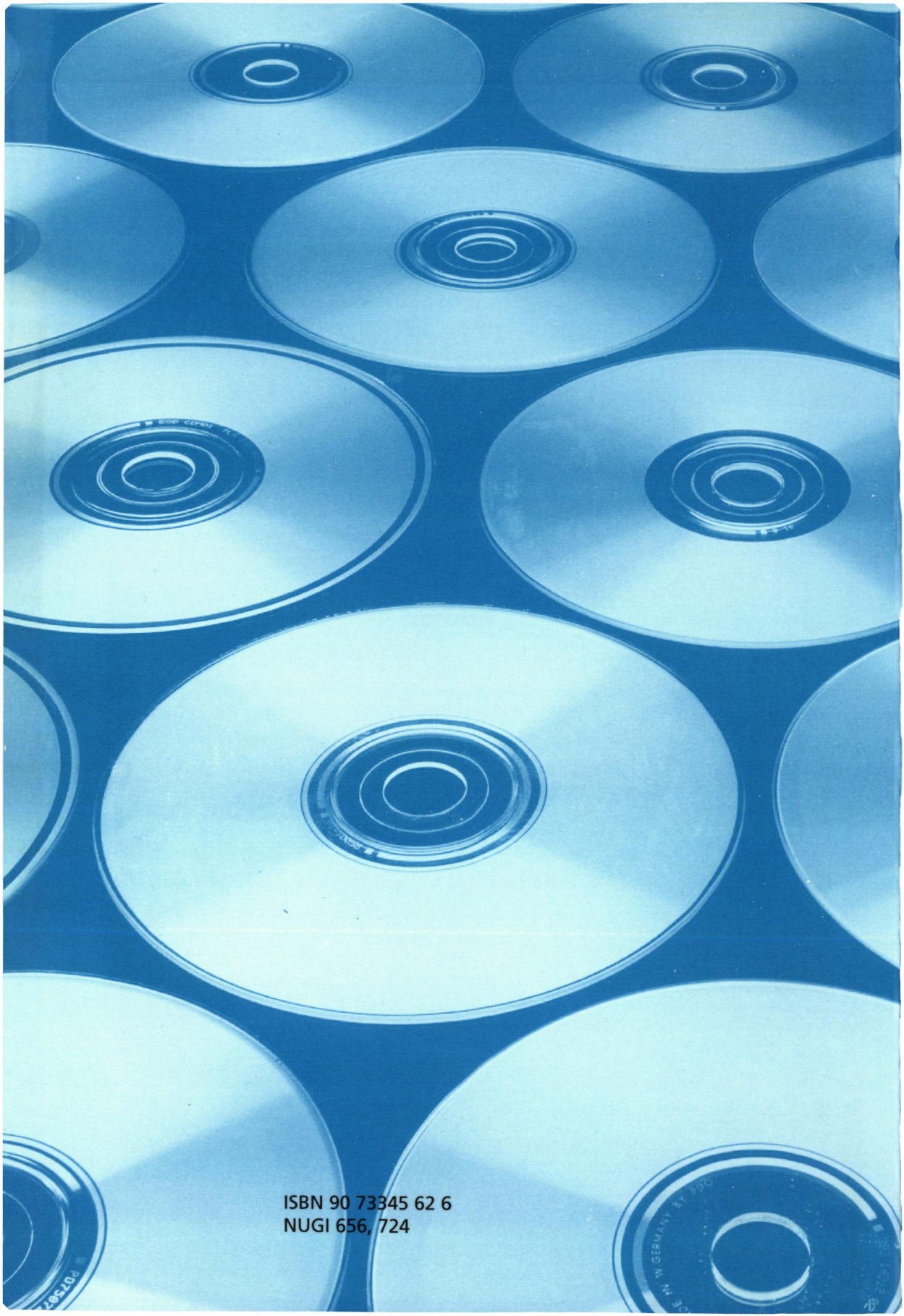
Stellingen

bij het proefschrift *Multimedia op school*

E.F.L. Smeets, april 1996

- 1 Omdat leerlingen op school moeten worden voorbereid op het functioneren in de maatschappij, dienen zij op school vaardigheden te verwerven in het zelfstandig omgaan met informatie en met informatietechnologie.
- 2 Multimedia bieden mogelijkheden om leerlingen te leren omgaan met grote hoeveelheden informatie.
- 3 Bij het ontwerpen van multimediale leeromgevingen moet men zich minder laten leiden door de technische mogelijkheden en meer door wat in onderwijskundig opzicht wenselijk is.
- 4 Krachtige leeromgevingen leiden niet zonder meer tot actief leren.
- 5 Het bevorderen van het actief omgaan met informatie door leerlingen tijdens de les vereist een cultuuromslag van zowel leerlingen als onderwijsgeven.
- 6 Van het gebruik van multimediale leeromgevingen in het onderwijs mag men geen betere leerprestaties verwachten dan van het gebruik van traditionele leeromgevingen.
- 7 Attitudeverschillen tussen meisjes en jongens ten aanzien van het leren in multimediale leeromgevingen worden groter, naarmate de leeromgeving minder gestructureerd is.
- 8 De invoering van 'nieuwe' technologie in het onderwijs heeft weinig kans van slagen indien men zich van 'oude' didactiek blijft bedienen.

- 9 Door op grote schaal tele-leren en telewerken in te voeren, kan de mobiliteit worden teruggedrongen. Gezien de kwaliteit van de infrastructuur ten behoeve van datacommunicatie, moet echter worden gevreesd dat de files zich in dat geval verplaatsen naar de elektronische snelweg.
- 10 Het streven van universitaire onderzoeksinstituten om wetenschappelijk verantwoord onderzoek uit te voeren tegen commerciële tarieven, plaatst de bij die instituten werkzame onderzoekers in een spanningsveld.
- 11 Het gegeven dat steeds meer winkeliers hun uitverkoop *sale* gaan noemen, doet vermoeden dat de uitverkoop van de Nederlandse taal in volle gang is.



ISBN 90 73345 62 6
NUGI 656, 724